



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR LUAR
TIMUR (JLLT) STA 6+000 s.d STA 9+000
KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR
MENGUNAKAN PERKERASAN KAKU**

**NELLA ELFAZIARNI
NRP.3114 030 089**

**FEGGY EKA MURDIANSYAH
NRP. 3114 030 123**

**Dosen Pembimbing
Ir. DUNAT INDRATMO, MT
NIP. 19530323 198502 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR LUAR
TIMUR (JLLT) STA 6+000 s.d STA 9+000
KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR
MENGUNAKAN PERKERASAN KAKU**

**NELLA ELFAZIARNI
NRP.3114 030 089**

**FEGGY EKA MURDIANSYAH
NRP. 3114 030 123**

**Dosen Pembimbing
Ir. DUNAT INDRATMO, MT
NIP. 19530323 198502 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL APLIED PROJECT - RC 145501

**DESIGN MODIFICATION OUTER EAST RING ROAD
(OERR) STA 6+000 s.d STA 9+000 OF
SURABAYA EAST JAVA USING RIGID PAVEMENT**

**NELLA ELFAZIARNI
NRP.3114 030 089**

**FEGGY EKA MURDIANSYAH
NRP. 3114 030 123**

**Counselor Lecturer
Ir. DUNAT INDRATMO, MT
NIP. 19530323 198502 1 001**

**DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING
CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING DEPARTMENT
VOCATIONAL FACULTY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUT OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR LUAR TIMUR
(JLLT) STA 6+000 s.d STA 9+000
KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR
MENGUNAKAN PERKERASAN KAKU**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Ahli Madya
pada
Program Studi Diploma Tiga Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya, 21 Juli 2017

Disusun oleh :

Mahasiswa I



Nella Elfaziarni

NRP. 3114 030 089

Mahasiswa II



Feggy Eka Murdiansyah

NRP. 3114 030 123



**Mengetahui,
Dosen Pembimbing**

24 JUL 2017

I. DENAT IND RATMO, MT

NIP. 19530325 198502 1 001

**MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR LUAR TIMUR
(JLLT) STA 6+000 s.d STA 9+000 KOTA SURABAYA
PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU**

Nama Mahasiswa I : Nella Elfaziarni
NRP : 3114 030 089
Nama Mahasiswa II : Feggy Eka Murdiansyah
NRP : 3114 030 123
Dosen Pembimbing : Ir. Dunat Indratmo,MT
NIP : 19530323 198502 1 001

ABSTRAK

Surabaya merupakan salah satu kota besar yang ada di Indonesia. Surabaya juga sebagai ibukota provinsi Jawa Timur, dengan penduduk metropolisnya yang mencapai 3 juta jiwa lebih. Hal ini menjadikan kota Surabaya sebagai pusat bisnis, perdagangan, industri, dan pendidikan di kawasan Indonesia. Sebagian besar penduduknya bergerak dalam bidang jasa, industri, dan perdagangan. Banyak perusahaan besar yang berkantor pusat di Surabaya. Oleh karena itu, pemerintah kota Surabaya membuat rancangan masterplan jalan lingkaran luar timur (Outer East Ring Road) untuk mengatasi kemacetan, memperlancar distribusi barang dan jasa, sehingga dapat meningkatkan perekonomian, kesejahteraan dalam kehidupan sosial di masyarakat, serta menambah akses dalam transportasi khususnya masyarakat yang tinggal di kompleks Pakuwon City.

Desain jalan Lingkaran Luar Timur Surabaya ini menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) pada *main road* dengan umur rencana (UR) 20 tahun karena kapasitas jalan diharapkan dapat menampung volume kendaraan yang melawati. Awal umur rencana pada tahun 2019 karena dilakukan tahap persiapan dan pembangunan selama 2 tahun dari 2017, sehingga akhir umur rencana terjadi pada tahun 2038. Desain jalan

Lingkar Luar Timur meliputi analisa kapasitas jalan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, kontrol geometrik jalan berdasarkan Geometrik Jalan RSNI T-14-2004 dan Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Perencanaan tebal perkerasan kaku berdasarkan Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen SNI Pd T-14-2003, perencanaan drainase berdasarkan Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994, serta menyusun metode pelaksanaan secara umum yang akan digunakan dan menghitung rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan jalan ini berdasarkan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Surabaya 2016.

Dari hasil perhitungan desain jalan Lingkar Luar Timur Surabaya direncanakan memiliki 2 jalur 6 lajur terbagi dengan nilai kapasitas sebesar 6983 smp/jam dan derajat kejenuhan (DS) $\leq 0,75$. Untuk umur rencana 20 tahun pondasi bawah menggunakan Campuran Beton Kurus (CBK) sebesar 10 cm dan tebal perkerasan beton sebesar 30 cm tanpa tulangan. Dan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk proyek pembangunan Jalan Lingkar Luar Timur STA 6+000 s.d STA 9+000 sebesar Rp 76.015.467.343,48

(Terbilang Tujuh Puluh Enam Milyar Lima Belas Juta Empat Ratus Enam Puluh Tujuh Ribu Tiga Ratus Empat Puluh Tiga Koma Empat Puluh Delapan Rupiah)

**Kata Kunci : Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya,
Perkerasan Kaku**

**DESIGN MODIFICATION OUTER EAST RING ROAD
(OERR) STA 6+000 s.d 9+000 OF SURABAYA EAST JAVA
USING RIGID PAVEMENT**

Student Name I : Nella Elfaziarni
NRP : 3114 030 089
Student Name II : Feggy Eka Murdiansyah
NRP : 3114 030 123
Counselor Lecturer : Ir. Dunat Indratmo,MT
NIP : 19530323 198502 1 001

ABSTRACT

Surabaya is one of the major cities in Indonesia. Surabaya is also the capital of East Java province, with its metropolitan population of more than 3 million. This makes the city of Surabaya as a business center, trade, industry, and education in the region of Indonesia. Most of the population is engaged in services, industry and trade. Many large companies are headquartered in Surabaya. Therefore, the city government of Surabaya made the master plan of Outer East Ring Road to overcome the congestion, expedite the distribution of goods and services, so as to improve the economy, prosperity in social life in the community, and increase access in transportation, especially the community Living in the Pakuwon City complex.

The Outer East Ring Road design use rigid pavement on the main road with a 20 years design life because the road capacity can accommodate the volume of passing vehicles. The Start of design life in 2019 because of the preparation and development phase for 2 years from 2017, so the end of design life in 2038. The Outer East Ring Road design includes the capacity analysis based on Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, road geometric control based on Geometrik Jalan RSNI T-14-2004 dan Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina

Marga, *Rigid pavement planning based on Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen SNI Pd T-14-2003, drainage planning based on Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994, as well as formulate general implementation methods that will be used and calculate the budget plan of the project based on Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Surabaya 2016.*

From the calculation Outer East Ring Road design Surabaya is set to have 2 lanes 6 rows divided with the value of capacity 6983 smp/hour and degree of saturation (DS) $\leq 0,7$. For a 20 years design life the base foundation uses Campuran Beton Korus (CBK) of 10 cm and rigid pavement thickness of 30 cm without reinforcement. And the cost budget paln required for Outer East Ring Road project STA 6+000 s.d STA 9+000 is IDR 76.015.467.343,48 (Spelled Seventy Six Billion Fifteen Million Four hundred Sixty Seven Thousand Tree Hundred Forty Three Command Forty Eight Rupiah)

**Keywords : Outer East Ring Road of Surabaya,
Rigid Pavement**

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, Sang Maha Pencipta dan Pengatur Alam Semesta, berkat Ridho Nya, penulis akhirnya mampu menyelesaikan tugas akhir terapan yang berjudul **"MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR LUAR TIMUR (JLLT) STA 6+000 s.d STA 9+000 KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU"** dengan baik dan dapat di presentasikan dalam sidang tugas akhir terapan.

Dalam menyusun tugas akhir terapan, tidak sedikit kesulitan dan hambatan yang penulis alami, namun berkat dukungan, dorongan dan semangat dari orang terdekat, sehingga penulis mampu menyelesaikannya. Oleh karena itu penulis pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir.Dunat Indratmo, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Terapan yang telah membimbing kami sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan dengan baik.
2. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama perkuliahan.
3. Dinas PU Bina Marga Kota Surabaya selaku pemberi data.
4. Teman-teman Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS yang telah memberikan semangat dan motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini.
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moril dan material serta selalu mendoakan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir Terapan.
6. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Tugas Akhir Terapan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca pada umumnya. Penulis menyadari bahwa ini masih banyak kesalahan, maka dari itu kami mengharapkan adanya kritik maupun saran yang membangun dari semua pihak .

Surabaya, 21 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	2
1.3.Batasan Masalah	2
1.4.Tujuan	3
1.5.Manfaat	4
1.6.Lokasi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1.Umum	7
2.2.Analisa Kapasitas Jalan	8
2.2.1.Menentukan Kelas Jalan	8
2.2.2.Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan	9
2.2.3.Kapasitas Jalan (C)	9
2.3.Kontrol Geometrik Jalan	12
2.3.1.Sistem Jaringan	12
2.3.2.Jarak Pandang	13
2.3.2.1.Jarak Pandang Menyiap	15
2.3.3.Penampang Melintang	17
2.3.4.Alinyemen Horizontal	21
2.3.5.Alinyemen Vertikal	26
2.4.Perencanaan Perkerasan Kaku	33
2.4.1.Struktur dan Jenis Perkerasan	35
2.4.2.Persyaratan Teknis	35
2.4.3.Beton Semen	39
2.4.4.Penentuan Besaran Rencana	39
2.4.5.Perencanaan Sambungan	43
2.4.6.Prosedur Perencanaan	46

2.5.Perencanaan Drainase untuk Saluran Tepi	54
2.5.1.Analisa Data Hidrologi.....	55
2.6.Metode Pelaksanaan.....	63
2.7.Rencana Anggaran Biaya	63
2.7.1.Umum.....	63
2.7.2.Volume Pekerjaan	64
2.7.3.Analisa Harga Satuan Pekerjaan	64
BAB III METODOLOGI.....	67
3.1.Pengumpulan Data	67
3.2.Survey Lokasi	67
3.3.Analisis dan Pengolahan Data	67
3.3.1.Pengolahan Data Lalu Lintas	68
3.3.2.Pengolahan Data CBR Tanah Dasar.....	68
3.3.3.Pengolahan Data Curah Hujan	68
3.4.Perencanaan Geometrik Jalan.....	68
3.5.Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku.....	68
3.6.Perencanaan Drainase	69
3.7.Penggambaran Rencana Jalan.....	69
3.8.Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	69
3.9.Kesimpulan dan saran	69
3.10.Diagram Alir Metodologi	69
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	77
4.1.Umum.....	77
4.2.Pengumpulan Data	77
4.2.1.Peta Lokasi.....	77
4.2.2.Data Geometrik Jalan	78
4.2.3.Data CBR Tanah Asli.....	79
4.2.4.Data Lalu Lintas Harian (LHR)	79
4.2.5.Data Curah Hujan.....	84
4.2.6.Gambar Long Section.....	85
BAB V ANALISA PERHITUNGAN DATA	87
5.1.Analisa Data Lalu Lintas	87
5.2.Kontrol Geometrik Jalan	96
5.2.1.Alinyemen Horizontal	96
5.2.2.Alinyemen Vertikal	101

Kontrol Panjang Landai Kritis	119
5.2.3.Koordinasi Alinyemen.....	120
5.3.Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku	120
5.3.1.Distribusi Beban Sumbu Kendaraan	121
5.3.2.Analisa Lalu Lintas	123
5.3.3.Analisa CBR	127
5.3.4.Faktor Keamanan Beban.....	129
5.3.5.Perhitungan Tebal Plat Beton	130
5.3.6.Perhitungan Sambungan	154
5.4.Perencanaan Saluran Tepi	156
5.4.1.Analisa Hidrologi	156
5.4.2.Analisa I segment	161
5.5.Metode Pelaksanaan.....	177
5.5.1.Item Pekerjaan.....	178
5.5.2.Uraian Item Pekerjaan	178
5.6.Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	186
5.6.1.Perhitungan Volume Pekerjaan.....	186
5.6.2.Rekapitulasi Volume Pekerjaan	198
5.6.3.Harga Satuan Dasar	199
5.6.4.Harga Satuan Pokok Kegiatan	201
5.6.5.Rekapitulasi Anggaran Biaya.....	206
BAB VI PENUTUP	207
6.1.Kesimpulan	207
6.2.Saran.....	208
DAFTAR PUSTAKA	209
BIODATA PENULIS I	
BIODATA PENULIS II	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Lokasi Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya STA 6+000 s.d STA 9+000.....	4
Gambar 1. 2 STA 6+000	5
Gambar 1. 3 STA 7+400	5
Gambar 1. 4 STA 8+200	5
Gambar 1. 5 STA 9+000	5
Gambar 2. 1 Jarak pandang henti pada lengkung vertikal cembung	13
Gambar 2. 2 Jarak pandang henti pada lengkung vertikal cekung	13
Gambar 2. 3 Jarak Pandang Menyiap	16
Gambar 2. 4 Tipikal Kemiringan Melintang Bahu Jalan	20
Gambar 2. 5 Bentuk Lengkung Full Circle	22
Gambar 2. 6 Bentuk Lengkung Spiral – Circle –Spiral	23
Gambar 2. 7 Bentuk Lengkung Spiral – Spiral.....	25
Gambar 2. 8 Pandang Lengkung Vertikal Cembung ($S < L$)	28
Gambar 2. 9 Jarak Pandang Lengkung Vertikal Cembung	29
Gambar 2. 10 Lengkung Vertikal Cekung ($S < L$)	30
Gambar 2. 11 Lengkung Vertikal Cekung ($S > L$)	31
Gambar 2. 12 Susunan Lapisan Perkerasan Kaku	33
Gambar 2. 13 Tebal Pondasi Bawah Minimum untuk Perkerasan Beton Semen	37
Gambar 2. 14 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah	37
Gambar 2. 15 Sambungan Memanjang (Tie Bar).....	44
Gambar 2. 16 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji	45
Gambar 2. 17 Sambungan Susut Melintang dengan Ruji	46
Gambar 2. 18 Sistem Perencanaan Beton Semen	48
Gambar 2. 19 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan / Tanpa Bahu beton	52
Gambar 2. 20 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Fatik Erosi, dengan Bahu Beton	52

Gambar 2. 21 Perencanaan Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan	54
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi	71
Gambar 3. 2 Diagram Alir Analisa Kapasitas Jalan	72
Gambar 3. 3 Diagram Alir Perencanaan Geometrik Jalan	73
Gambar 3. 4 Diagram Alir Perencanaan Tebal Perkerasan	75
Gambar 3. 5 Diagram Alir Perencanaan Drainase	76
Gambar 5. 1 CBR Tanah Dasar	128
Gambar 5. 2 Tebal Pondasi Bawah Minimum	128
Gambar 5. 3 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah	129
Gambar 5. 4 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STRT134	
Gambar 5. 5 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STRG	135
Gambar 5. 6 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STdRG	136
Gambar 5. 7 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STRT	137
Gambar 5. 8 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STRG ...	138
Gambar 5. 9 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STdRG..	139
Gambar 5. 10 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STRT141	
Gambar 5. 11 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STRG	142
Gambar 5. 12 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STdRG	143
Gambar 5. 13 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STRT	144

Gambar 5. 14 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STRG....	145
Gambar 5. 15 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STdRG..	146
Gambar 5. 16 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STRT	148
Gambar 5. 17 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STRG	149
Gambar 5. 18 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STdRG	150
Gambar 5. 19 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STRT	151
Gambar 5. 20 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STRG....	152
Gambar 5. 21 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STdRG..	153

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kapasitas Dasar (Co) Jalan Bebas Hambatan	10
Tabel 2. 2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)	11
Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FC _{SP})	11
Tabel 2. 4 Jarak Pandang Henti Minimum	15
Tabel 2. 5 Jarak pandang henti (Ss) minimum dengan kelandaian	15
Tabel 2. 6 Jarak Pandang Menyiap Minimum	17
Tabel 2. 7 Tipe Jalan	17
Tabel 2. 8 Lebar Lajur Jalan dan Bahu Jalan	18
Tabel 2. 9 Lebar Median Jalan dan Lebar Jalur Tepian	21
Tabel 2. 10 Panjang Bagian Lengkung Minimum	26
Tabel 2. 11 Kelandaian Maksimum yang Diijinkan untuk Jalan Arteri Perkotaan	27
Tabel 2. 12 Kontrol Perencanaan untuk Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti	29
Tabel 2. 13 Kontrol Perencanaan untuk Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti	31
Tabel 2. 14 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana	41
Tabel 2. 15 Faktor Keamanan Beban	42
Tabel 2. 16 Langkah-Langkah Perencanaan Beton Semen	48
Tabel 2. 17 Ekuivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan dengan Bahu Beton	51
Tabel 2. 18 Kemiringan Melintang dan Perkerasan Bahu Jalan	55
Tabel 2. 19 Hubungan Kemiringan Selokan Samping dan Jenis Material	55
Tabel 2. 20 Periode Ulang	57
Tabel 2. 21 Nilai Yn	57
Tabel 2. 22 Nilai Sn	57
Tabel 2. 23 Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan	59

Tabel 2. 24 Kecepatan Aliran yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material	60
Tabel 2. 25 Kemiringan Melintang Perkerasan Bahu Jalan	62
Tabel 4. 1 Data Geometrik Jalan	78
Tabel 4. 2 Data CBR Tanah Asli	79
Tabel 4. 3 Data Volume Lalu Lintas Jalan Tol Waru-Dupak.....	80
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Estimasi Volume LHR Jalan Tol yang Berpindah	81
Tabel 4. 5 Perkiraan Volume LHR Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya Tahun 2013	82
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Volume LHR Jalan Lingkar Luar Timur	83
Tabel 4. 7 Perkiraan Volume LHR Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya Tahun 2038	84
Tabel 4. 8 Data Curah Hujan Harian Rata-Rata	85
Tabel 5. 1 Kapasitas Dasar (Co).....	87
Tabel 5. 2 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw).....	87
Tabel 5. 3 Perhitungan DS Menggunakan KAJI pada Tahun 2019	89
Tabel 5. 4 Perhitungan DS Menggunakan KAJI pada Tahun 2038	92
Tabel 5. 5 Rekapitulasi Perhitungan DS	95
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Panjang Landai.....	119
Tabel 5. 7 Panjang Landai Kritis	119
Tabel 5. 8 Data Muatan Maksimum dan Pengelompokan Kendaraan Niaga	120
Tabel 5. 9 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya.....	124
Tabel 5. 10 Koefisien Distribusi.....	125
Tabel 5. 11 Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana	126
Tabel 5. 12 Data CBR Tanah	127
Tabel 5. 13 Faktor Keamanan Beton	130
Tabel 5. 14 Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi Tebal 29 cm .	133

Tabel 5. 15 Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi Tebal 29,5 cm	140
Tabel 5. 16 Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi Tebal 30 cm	147
Tabel 5. 17 Diameter Ruji	155
Tabel 5. 18 Curah Hujan Harian Rata-Rata.....	156
Tabel 5. 19 Stasiun Curah Hujan Gubeng.....	156
Tabel 5. 20 Stasiun Curah Hujan Keputih.....	157
Tabel 5. 21 Stasiun Curah Hujan Wonorejo.....	158
Tabel 5. 22 Tabel Yt	159
Tabel 5. 23 Tabel Yn	159
Tabel 5. 24 Tabel Sn	159
Tabel 5. 25 Nilai nd	161
Tabel 5. 26 Rekapitulasi Perhitungan t1 untuk Saluran Tepi Jalan	163
Tabel 5. 27 Rekapitulasi Perhitungan t2	164
Tabel 5. 28 Rekapitulasi Perhitungan TC untuk Perencanaan Saluran Tepi Main Road	165
Tabel 5. 29 Rekapitulasi Perhitungan TC untuk Perencanaan Saluran Tepi Jalan.....	165
Tabel 5. 30 Rekapitulasi Intensitas Hujan Perencanaan Saluran Tepi Main Road	165
Tabel 5. 31 Rekapitulasi Intensitas Hujan Perencanaan Saluran Tepi Jalan	166
Tabel 5. 32 Perhitungan C Kumulatif Perencanaan Saluran Tepi Main Road.....	166
Tabel 5. 33 Perhitungan C Kumulatif Perencanaan Saluran Tepi Jalan	167
Tabel 5. 34 Rekapitulasi Perhitungan Debit pada Fly Over	168
Tabel 5. 35 Rekapitulasi Perhitungan V.....	170
Tabel 5. 36 Rekapitulasi Perhitungan Panjang Segment Pipa ...	171
Tabel 5. 37 Perhitungan Debit (Q) Saluran Tepi <i>Main Road</i>	171
Tabel 5. 38 Rekapitulasi Perhitungan Dimensi Saluran Tepi <i>Main Road</i>	173
Tabel 5. 39 Penentuan Letak <i>Cross Drain</i>	173
Tabel 5. 40 Rekapitulasi Perhitungan Debit (Q) <i>Cross Drain</i> ...	174

Tabel 5. 41 Rekapitulasi Perhitungan Dimensi <i>Cross Drain</i>	175
Tabel 5. 42 Perhitungan Debit (Q) Saluran Tepi Jalan	176
Tabel 5. 43 Rekapitulasi Perhitungan Dimensi Saluran Tepi Jalan	177
Tabel 5. 44 Rekapulasi Perhitungan Volume Pengurugan dan Pematatan Tanah.....	186
Tabel 5. 45 Perhitungan Volume Galian Drainase Jalan	193
Tabel 5. 46 Rekapitulasi Perhitungan Volume Beton untuk Drainase	194
Tabel 5. 47 Rekapitulasi Volume Pekerjaan	198
Tabel 5. 48 Daftar Harga Satuan Dasar Kota Surabaya	199
Tabel 5. 49 Harga Satuan Pokok Kegiatan.....	201
Tabel 5. 50 Rekapitulasi Anggaran Biaya.....	206

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Era globalisasi merupakan era yang menuntut berbagai kemajuan, seperti kemajuan di sektor ekonomi, sosial, teknologi dan budaya. Untuk menunjang kemajuan di berbagai sektor tersebut di perlukan adanya infrastruktur yang memadai, khususnya pada infrastruktur transportasi. Salah satu infrastruktur transportasi adalah jalan raya. Jalan memegang peranan penting dalam pelaksanaan pembangunan dan pengembangan daerah di segala bidang. Jalan merupakan akses transportasi yang sering digunakan masyarakat untuk beraktivitas dan melakukan kegiatan sehari-hari, sehingga menyebabkan banyak kemacetan.

Surabaya merupakan salah satu kota besar yang ada di Indonesia. Surabaya juga sebagai ibukota provinsi Jawa Timur, dengan penduduk mencapai 3 juta jiwa. Hal ini menjadikan Kota Surabaya sebagai pusat bisnis, perdagangan, industri, dan pendidikan di kawasan Indonesia Timur. Sebagian besar penduduknya bergerak dalam bidang jasa, industri, dan perdagangan. Banyak perusahaan besar yang berkantor pusat di Surabaya, seperti PT. PAL, Maspion, Wing's Group, Unilever, dan PT. Sampoerna Tbk. Oleh karena itu, dibutuhkan prasarana transportasi yang baik untuk menunjang kelancaran aktifitas dalam kota Surabaya.

Dalam pengerjaan tugas akhir terapan ini, diambil judul “MODIFIKASI JALAN LINGKAR LUAR TIMUR (JLLT) STA 6+000 s.d STA 9+000 KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU”. Alasan diadakannya proyek pembangunan jalan ini dikarenakan untuk mengatasi kemacetan, memperlancar distribusi barang dan jasa, sehingga dapat meningkatkan perekonomian, kesejahteraan

dalam kehidupan sosial di masyarakat. Pada perencanaan jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini, perencanaan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) umur rencana (UR) 20 tahun karena kapasitas jalan diharapkan dapat menampung volume kendaraan yang melawati. Awal umur rencana pada tahun 2019 karena dilakukan tahap persiapan dan pembangunan selama 2 tahun dari 2017, sehingga akhir umur rencana terjadi pada tahun 2038. Dan diharapkan 20 tahun mendatang pembangunan jalan ini dapat mendukung kelancaran dan kenyamanan berlalu lintas, serta dapat memajukan pelayanan di bidang distribusi barang dan jasa, serta mobilitas manusia dapat berjalan dengan baik dan benar di kota Surabaya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan ulasan latar belakang diatas, maka penulis merumuskan suatu rumusan masalah guna menjadi dasar acuan penyusunan tugas akhir terapan. Rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana cara melakukan kontrol geometrik jalan yang aman dan nyaman ?
- b. Berapa ketebalan perkerasan kaku yang diperlukan untuk umur rencana (UR) jalan 20 tahun mendatang ?
- c. Berapa dimensi drainase yang diperlukan ?
- d. Bagaimana metode pelaksanaan dalam proyek jalan ini?
- e. Berapa anggaran biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan pembangunan jalan pada STA 6+000 s.d 9+000 ?

1.3. Batasan Masalah

Mengingat permasalahan yang akan di bahas terlalu luas, maka pembahasan pada tugas akhir terapan ini dibatasi oleh beberapa hal antara lain :

- a. Tidak memperhitungkan pembebasan lahan.

- b. Desain yang dilakukan meliputi, geometrik jalan, tebal perkerasan, dimensi saluran drainase jalan, metode pelaksanaan, serta rencana anggaran biaya yang diperlukan.
- c. Tidak membahas struktur *flyover*.
- d. Tidak membahas perencanaan kerb dan trotoar jalan.
- e. Analisa kapasitas dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.
- f. Rencana anggaran biaya menggunakan HSPK dari daerah kota Surabaya 2016.
- g. Rencana Anggaran Biaya hanya dibatasi pada konstruksi perkerasan dan saluran (drainase) dan tidak memperhitungkan biaya perawatan perkerasan.
- h. Tidak merencanakan pelebaran jalan.
- i. Teknis pelaksanaan hanya dibahas sebatas *methode statement* pelaksanaan proyek.
- j. Tidak membahas estimasi waktu untuk pelaksanaan di lapangan.
- k. Tidak membahas dinding penahan tanah, tiang pancang, serta pengolahan data baik di lapangan maupun di laboratorium.
- l. Tidak membahas *frontage road*.

1.4. Tujuan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis memiliki beberapa tujuan. Tujuan yang diharapkan penulis dari penyusunan tugas akhir terapan ini adalah :

- a. Dapat melakukan kontrol geometrik jalan yang aman dan nyaman.
- b. Mendesain tebal perkerasan kaku yang sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada untuk UR 20 tahun mendatang.
- c. Mendesain dimensi drainase.
- d. Mengetahui metode pelaksanaan yang harus dikerjakan.
- e. Menghitung rencana anggaran biaya yang dibutuhkan.

1.5. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam penyusunan tugas akhir terapan ini adalah :

- Dapat memberikan informasi tentang desain geometrik jalan bagi pembaca.
- Dapat memberikan informasi tentang desain tebal perkerasan kaku.
- Dapat memberikan informasi tentang desain drainase jalan terhadap pembaca.
- Dapat memberikan informasi tentang metode pelaksanaan jalan bagi pembaca.
- Mahasiswa mampu mendesain proyek pembangunan jalan yang meliputi geometrik jalan, tebal perkerasan, dimensi saluran drainase, perhitungan RAB, serta metode pelaksanaan.

1.6. Lokasi

Lokasi jalan yang direncanakan pada proyek tugas akhir terapan ini adalah Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya (Outer East Ring Road) yang terletak di daerah Surabaya timur ditunjukkan seperti pada gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Peta Lokasi Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya STA 6+000 s.d STA 9+000

(Sumber : Dinas PU Surabaya)

Berdasarkan hasil survey di lapangan mengenai kondisi di rencana jalan lingkar luar timur Surabaya dapat dilihat seperti gambar 1.2 , 1.3, 1.4 dan 1.5.



Gambar 1. 2 STA 6+000
(Sumber : Hasil Survey)



Gambar 1. 4 STA 8+200
(Sumber : Hasil Survey)



Gambar 1. 3 STA 7+400
(Sumber : Hasil Survey)



Gambar 1. 5 STA 9+000
(Sumber : Hasil Survey)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan ulasan teori dasar yang digunakan sebagai dasar acuan perhitungan dalam proses pengolahan data adalah :

2.1. Umum

Sebagai langkah awal dalam merencanakan jalan adalah menentukan jenis konstruksi jalan tersebut. Kemudian, melaksanakan semua prosedur perencanaan jalan sesuai dengan konstruksi yang dipilih, sehingga menghasilkan perencanaan jalan yang akurat, agar dalam pelaksanaan nantinya memberikan hasil yang optimal dan dapat memecahkan masalah yang telah diprediksi sampai dengan umur rencana.

Sebagai dasar perencanaan jalan ini, tidak terlepas dari kerangka acuan yang telah ditetapkan, khususnya standart-standart yang telah ditetapkan oleh di Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga dan peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia pada umumnya.

Bab ini menjelaskan tentang dasar teori yang akan digunakan dalam perencanaan jalan pada tugas akhir terapan, yang meliputi :

- a. Analisa Kapasitas Jalan
- b. Geometrik Jalan
- c. Desain tebal perkerasan
- d. Desain drainase
- e. Metode pelaksanaan
- f. Perhitungan anggaran biaya

2.2. Analisa Kapasitas Jalan

Analisa kapasitas jalan bertujuan untuk mengetahui kapasitas jalan pada arah tertentu yang diperlukan untuk mempertahankan perilaku lalu lintas yang dikehendaki sekarang dan yang akan datang. Sesuai dengan MKJI tahun 1997. Analisa kapasitas jalan dilakukan pada masing-masing jalur jalan yang direncanakan.

2.2.1. Menentukan Kelas Jalan

Menurut UU 38/2004 pasal 8 tentang jalan, pada dasar jalan umum dibagi 5 kelompok berdasarkan fungsinya, yaitu :

- a. Jalan Arteri, yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan sejumlah jalan masuk dibatasi.
- b. Jalan Kolektor, yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpulan / pembagian dengan ciri-ciri perjalanan sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan Lokal, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan Nasional, yaitu jalan umum yang pembinaannya dilakukan menteri. Jalan umum yang termasuk jalan nasional disebut jalan negara.
- e. Jalan Daerah, yaitu jalan umum yang pembinaannya dilakukan oleh pemerintah daerah. Jalan umum dikelompokkan ke dalam :
 - Yang dibina oleh pemerintah daerah tingkat I dapat disebut sebagai Jalan Provinsi.
 - Yang dibina oleh pemerintah daerah tingkat II dapat disebut sebagai Jalan Kabupaten / Kota Madya

- Yang dibina oleh pemerintah daerah tingkat II dapat disebut sebagai Jalan Desa.

2.2.2. Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan

Pertumbuhan lalu lintas (%) merupakan perhitungan yang digunakan untuk menghitung volume lalu lintas rencana. Volume lalu lintas adalah salah satu komponen dasar perencanaan jalan yang digunakan untuk menghitung volume kendaraan yang akan mempergunakan jalan, jika jalan dibuka untuk lalu lintas. Dalam desain pertumbuhan lalu lintas yang diperhitungkan adalah :

- a. Pertumbuhan lalu lintas sebelum jalan dibuka adalah penambahan volume lalu lintas yang telah menggunakan jalan sebelum jalan dibuka, diambil dari data lalu lintas harian rata-rata minimal 5 tahun ke belakang.
- b. Pertumbuhan lalu lintas pada saat ini, pertumbuhan volume lalu lintas pada saat jalan baru dibuka yang terdiri dari volume sebelum jalan dibuka ditambah lalu lintas yang tertarik setelah jalan dibuka.
- c. Pertumbuhan lalu lintas yang akan datang, penambahan volume lalu lintas pada saat ini ditambah lalu lintas yang dibangkitkan.

Perkiraan pertumbuhan lalu lintas (i) juga dapat di hitung berdasarkan kepada pertumbuhan jumlah penduduk, ekonomi dan kepemilikan kendaraan.

2.2.3. Kapasitas Jalan (C)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus lalu lintas (stabil) maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu geometrik, distribusi arah dan kombinasi lalu lintas, serta faktor lingkungan.

Untuk jalan bebas hambatan di perkotaan, berlaku ketentuan sebagai berikut :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

- a. Kapasitas Dasar (C_o), dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.1 :

Tabel 2. 1 Kapasitas Dasar (C_o) Jalan Bebas Hambatan

Tipe jalan bebas hambatan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar (smp/jam/lajur)
Empat- dan enam-lajur terbagi	
- Datar	2300
- Bukit	2250
- Gunung	2150

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Bebas Hambatan

- b. Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_w) adalah berdasar pada lebar efek jalur lalu lintas (W_c) dan tipe jalan. Berikut adalah tabel untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_w). Faktor penyesuaian lebar jalur (FC_w) untuk jalan bebas hambatan, seperti dalam tabel 2.2 :

Tabel 2. 2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Tipe jalan bebas hambatan	Lebar efektif jalur lalu-lintas W_C (m)	FC_w
Empat-lajur terbagi Enam-lajur terbagi	Per lajur 3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Dua-lajur tak-terbagi	Total kedua arah 6,5	0,96
	7	1,00
	7,5	1,04

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Bebas Hambatan

c. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FS_{SP})

Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah adalah berdasarkan dalam tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FC_{SP})

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Jalan bebas hambatan tak terbagi	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Bebas Hambatan

d. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut layak digunakan atau tidak. Perencanaan jalan perkotaan harus dapat memastikan, bahwa derajat kejenuhan (DS) tidak melebihi nilai yang dapat diterima, yaitu 0.75.

Derajat kejenuhan dapat ditentukan menggunakan rumus dibawah ini :

$$DS = Q/C \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

DS	= Derajat Kejenuhan
Q	= Arus total lalu lintas (smp/jam)
C	= Kapasitas Jalan (smp/jam)
Syarat	= $Q/C < 0$

2.3. Kontrol Geometrik Jalan

Kontrol geometrik jalan secara umum menyangkut aspek-aspek bagian jalan, lebar bahu jalan, tipe alinyemen, kebebasan samping, jarak pandang, serta kemiringan melintang. Adapun tujuan dari kontrol geometrik adalah untuk mengetahui tipe alinyemen pada proyek tersebut. Tipe alinyemen dapat ditentukan dengan menghitung lengkung vertikal dan lengkung horizontal.

Lengkung vertikal adalah perbandingan antara beda tinggi elevasi jalan (m) dengan panjang jalan (km) , sedangkan lengkung horizontal adalah perbandingan antara jumlah setiap lengkung yang telah diubah menjadi radian dengan panjang jalan (km). Sehingga, dapat terlihat gambaran kemiringan datar, alinyemen bukit, dan alinyemen gunung.

Umumnya, geometrik pada jalan raya terbagi menjadi 2, yaitu :

1. Alinyemen Vertikal
2. Alinyemen Horizontal

2.3.1. Sistem Jaringan

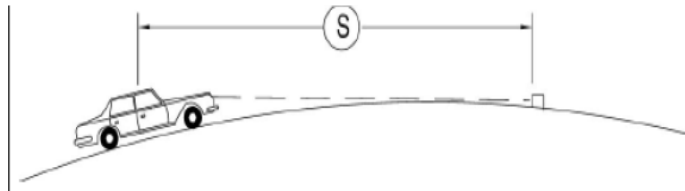
Sistem jaringan terdapat dua jenis, yaitu primer dan sekunder. Sistem jaringan primer adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembanan semua wilayah di tingkat nasional dengan

simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud kota. Yang dimaksud dengan simpul distribusi adalah suatu simpul yang terjadi akibat berlakunya pola-pola efisiensi pada arus barang atau orang. Jaringan primer ini berkaitan erat dengan jalan dari segi pelayanannya, seperti jalan arteri, kolektor, dan lokal.

Sistem jaringan jalan sekunder adalah jaringan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota. Jaringan sekunder ini sangat berperan penting dalam membangun pengembangan kota.

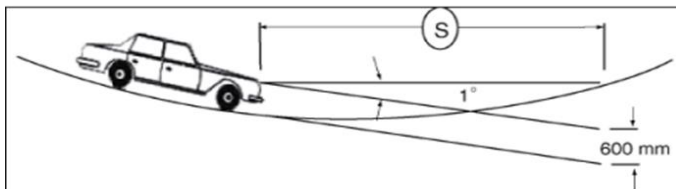
2.3.2. Jarak Pandang

Jarak pandang (S) diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 108 cm dan tinggi halangan 60 cm diukur dari permukaan jalan. Setiap bagian jalan harus memenuhi jarak pandang.



Gambar 2. 1 Jarak pandang henti pada lengkung vertikal cembung

Sumber : Standar Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol ,
No.007/BM/2009



Gambar 2. 2 Jarak pandang henti pada lengkung vertikal cekung

Sumber : Standar Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol ,
No.007/BM/2009

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan pengemudi dengan kecepatan rencana untuk menghentikan kendaraan yang sedang berjalan setelah melihat adanya rintangan pada jalur yang dilaluinya. Jarak henti (S_s) terdiri dari 2 (dua) elemen jarak, yaitu:

- a) jarak awal reaksi (S_r) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
- b) jarak awal pengereman (S_b) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandang henti dapat terjadi pada dua kondisi tertentu sebagai berikut:

- a) Jarak pandang henti (S_s) pada bagian datar dihitung dengan rumus:

$$S_s = 0.278 \times V_r \times T + 0.039 \frac{V_r^2}{a} \dots\dots\dots (2.3)$$

- b) Jarak pandang henti (S_s) akibat kelandaian dihitung dengan rumus:

$$S_s = 0.278 \times V_r \times T + \frac{V_r^2}{254[(\frac{a}{9,81}) \pm G]} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

- V_r = kecepatan rencana (km/jam).
 T = waktu reaksi. Ditetapkan 2.5 detik.
 A = tingkat perlambatan (m/detik²),
ditetapkan 3.4 m/detik².
 G = kelandaian jalan (%),

Berikut adalah jarak henti (J_h) minimum yang dihitung dengan pembuatan-pembuatan untuk berbagai kecepatan rencana (V_r) seperti dalam tabel 2.4 dan tabel 2.5.

Tabel 2. 4 Jarak Pandang Henti Minimum

Vr	Jarak Awal Reaksi	Jarak Awal Pengereman	Jarak Pandang Henti (m)	
			Perhitungan	Pembulatan
120	83,3	163,4	246,7	250
100	69,4	113,5	182,9	185
80	55,6	72,6	128,2	130
60	41,7	40,8	82,5	85

Sumber : Standar Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol ,
No.007/BM/2009

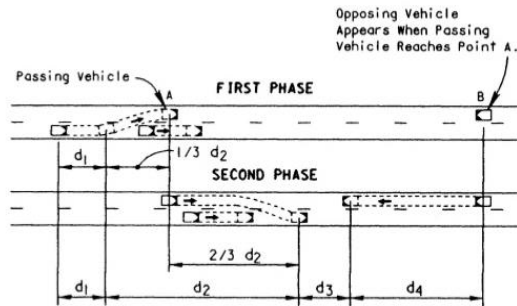
Tabel 2. 5 Jarak pandang henti (Ss) minimum dengan kelandaian

V _R (km/jam)	Turunan						Tanjakan					
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
120	252	257	263	269	275	281	243	238	234	230	227	223
100	187	190	194	198	203	207	180	177	174	172	169	167
80	131	133	136	138	141	144	127	125	123	121	120	118
60	84	86	87	88	90	92	82	81	80	79	78	77

Sumber : Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol ,
No.007/BM/2009

2.3.2.1. Jarak Pandang Menyiap

Jarak pandang menyiap adalah jarak yang diperlukan pengemudi untuk dapat mendahului kendaraan lain pada jalan dua jalur dengan aman. Jarak pandang mendahului dapat berdasarkan tinggi mata pengemudi yang diasumsikan tinggi dan halangan. Jarak pandang menyiap di tunjukkan seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Jarak Pandang Menyiap

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan,
RSNI T-14-2004

- Jarak pandang Menyiap (JPM)
 $Jd = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$ (2.5)
 Dimana :
 $d_1 = 0.278 \times (V - m + at^{1/2})$
 Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)
 $d_2 = 0.278 \times Vt^2$
 Jarak yang ditempuh selama mendahului (m)
 $d_3 = 30 - 100 \text{ m}$
 Jarak kendaraan mendahului dengan kendaraan
 berlawanan arah (m)
 $d_4 = 2/3 d^2$
 Jarak yang ditempuh kendaraan yang datang dari lawan
 arah (m)

Jarak pandang menyiap minimum yang berpengaruh pada perhitungan geometrik jalan dapat dilihat dalam tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Jarak Pandang Menyiap Minimum

Vr (km/h)	80	60	50	40	30	20
Ss min	550	350	250	200	150	100
JMP min	350	250	200	150	100	70

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan,
RSNI T-14-2004*

2.3.3. Penampang Melintang

Penampang melintang adalah potongan suatu jalan tegak lurus terhadap as jalan yang menunjukkan bentuk dan susunan bagian jalan dalam arah melintang. Penampang melintang terdiri dari jalur lalu lintas, bahu jalan, saluran drainase jalan, bahu jalan, jalur sepeda, sepeda motor, jalur lambat, dan lereng.

a. Jalur lalu lintas kendaraan

Jalur lalu lintas kendaraan adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Batas jalur lalu lintas dapat berupa median jalan, bahu jalan, trotoar, dan sepeda motor jalan. Jalur lalu lintas dapat ditentukan seperti dalam tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Tipe Jalan

Tipe Jalan	Jalur di sisi jalan utama	
	Perlu jalur lambat	Perlu trotoar
2-lajur-2-arah-tak terbagi	v	v
4-lajur-2-arah-terbagi	vv	vv
6-lajur-2-arah-terbagi	vv	vv
Lebih dari 1 lajur-1-arah	vv	vv

Catatan : v = diserahkan dilengkapi, tergantung kebutuhan
vv = dilengkapi

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan,
RSNI T-14-2004*

b. Lebar Lajur

Lebar lajur ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur, serta bahu jalan. Tabel menetapkan ukuran lebar lajur dan bahu jalan sesuai dengan kelas jalannya. Lebar lajur minimum adalah 4.5 m, memungkinkan 2 kendaraan lebar maksimum 2.5 m yang terjadi sewaktu-waktu dapat memanfaatkan bahu jalan. Lebar lajur dapat dilihat dalam tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Lebar Lajur Jalan dan Bahu Jalan

Lokasi Jalan Tol	V_R (km/jam)	Lebar Lajur (m)		Lebar Bahu Luar Diperkeras (m)		Lebar Bahu Dalam Diperkeras (m)
		Minimal	Ideal	Minimal	Ideal*)	
Antarkota	120	3,60	3,75	3,00	3,50	1,50
	100	3,60	3,60	3,00	3,50	1,50
	80	3,60	3,60	3,00	3,50	1,00
Perkotaan	100	3,50	3,60	3,00	3,50	1,00
	80	3,50	3,50	2,00	3,50	0,50
	60	3,50	3,50	2,00	3,50	0,50

*) dibutuhkan pada saat kendaraan besar mengalami kerusakan

*Sumber : Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol ,
No.007/BM/2009*

Pada jalan bebas hambatan, jalur kendaraan hanya di gunakan untuk kendaraan golongan LV, MHV, LB dan LT. Kendaraan MC dan UM dapat melewati frontage road yang terletak beriringan dengan main road.

c. Lajur

Apabila lajur dibatasi oleh marka garis membujur terputus, maka lebih lebar lajur diukur dari sisi dalam garis tengah marka garis tepi jalan sampai dengan garis tengah marka garis pembagi arah pada jalan 2 lajur 2 arah atau sampai dengan garis tengah garis pembagi lajur pada jalan berlajur lebih dari satu. Apabila lajur dibatasi oleh marka

garis membujur utuh, maka lebar lajur diukur dari masing-masing tepi sebelah dalam marka membujur garis utuh.

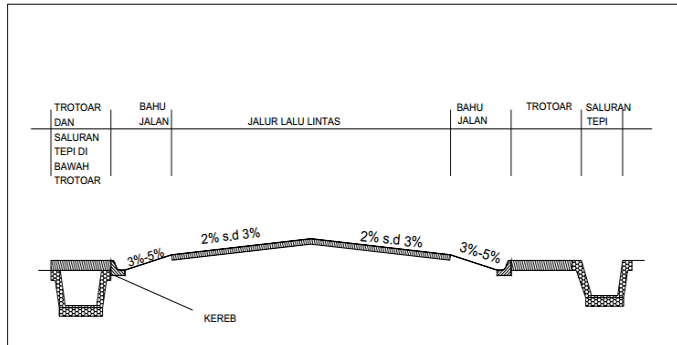
d. Kemiringan melintang jalan

Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada bagian alinyemen jalan yang lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut :

- Untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton / semen, kemiringan melintang 2-3 pada jalan berlajur lebih dari 2, kemiringan melintang ditambah 1% ke arah yang sama.
- Untuk jenis perkerasan yang lain, kemiringan melintang disesuaikan dengan karakteristik permukaannya.

e. Bahu jalan

- Kemiringan melintang bahu jalan yang normal adalah 3-5 %.
- Lebar minimal bahu jalan untuk bahu luar dan bahu dalam dapat dilihat di tabel.
- Untuk jenis perkerasan yang lain, kemiringan melintang disesuaikan dengan karakteristik permukaannya.
- Ketinggian permukaan bahu jalan harus menerus dengan permukaan perkerasan jalan seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Tipikal Kemiringan Melintang Bahu Jalan

f. Median Jalan

- Fungsi median jalan adalah untuk :
 - ✓ Memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan arah.
 - ✓ Mencegah kendaraan belok kanan.
 - ✓ Lapak tunggu penyeberang jalan.
 - ✓ Penempatan fasilitas pendukung jalan.
 - ✓ Cadangan lajur (jika cukup luas).
 - ✓ Tempat prasarana kerja sementara.
 - ✓ Dimanfaatkan untuk jalur hijau.
- Jalan dua arah dengan empat lajur atau lebih harus dilengkapi median.
- Jika lebar ruang yang tersedia untuk media < 2.5 m, mesian harus ditinggikan atau dilengkapi dengan pembatas fisik, agar tidak dilanggar oleh kendaraan.
- Lebar minimum median, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur, ditetapkan sesuai tabel. Dalam hal pemasangan fasilitas jalan, agar dipertimbangkan keperluan ruang bebas kendaraan untuk setiap arah. Lebar median jalan di tunjukkan dalam tabel 2.14.

Tabel 2. 9 Lebar Median Jalan dan Lebar Jalur Tepian

Lokasi Jalan Tol	Lebar Median (m)		Keterangan
	Minimal	Konstruksi Bertahap	
Antarkota	5,50	13,00	diukur dari garis tepi dalam lajur lalu lintas
Perkotaan	3,00	10,00	

Catatan: Untuk median dengan lebar minimum harus menggunakan rel pengaman lalu lintas.

*Sumber : Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol,
No.007/BM/2009*

2.3.4. Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah garis-garis proyeksi yang tegak lurus sumbu jalan bidang peta situasi jalan. Bagian yang sangat kritis dari alinyemen horizontal adalah tikungan, karena pada tikungan akan bekerja gaya sentrifugal.

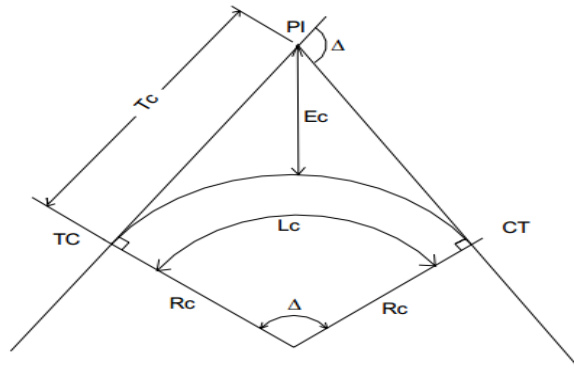
a. Bentuk Tikungan

Tikungan terdiri atas 3 bentuk umum, yaitu :

1. Full Circle (FC), yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam.
2. Spiral Circle Spiral (SCS), yaitu tikungan yang terdiri atas 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral.
3. Spiral spiral, yaitu tikungan yang terdiri atas 2 lengkung spiral.

1. Lengkung Full Circle

Bentuk lengkung ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dengan sudut tangent yang relatif kecil. Lengkung full circle di tunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Bentuk Lengkung Full Circle

*Sumber : Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol ,
No.007/BM/2009*

Keterangan :

PI = Point of Intersection

Δ = Sudut Tangen (derajat)

Tc = Tangen Circle

Rc = Jari-jari (m)

Rumus – rumus yang digunakan adalah :

$$Tc = R \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) \frac{\theta s. \pi. Rc}{90} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$E = \frac{R}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \dots\dots\dots (2.7)$$

$$Lc = \left(\frac{\Delta \pi}{180} \right) R \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

Tc = Panjang tangen dari PI (Point of Intersection),

m = Titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung

R = Jari-jari alinyemen horizontal, m

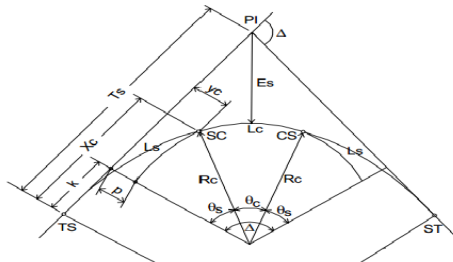
Δ = Sudut alinyemen horizontal, $^{\circ}$

- E = Jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m
 Lc = Panjang busur lingkaran, m

2. Tikungan Spiral Circle Spiral

Lengkung *spiral – circle – spiral* ini dikenal dengan lengkung peralihan (L_s), yaitu lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari- jari tetap R . Pada umumnya digunakan jika panjang $L_c > 20$ meter. Bentuk lengkung ini dipakai bila jari-jari lebih kecil dari batas yang ditentukan untuk bentuk full circle. Selain itu jari-jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencana. Jari-jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencana dan tidak boleh mengakibatkan adanya kemiringan tikungan lebih dari harga maksimum yang ditentukan. Jari- jari lengkung minimum untuk setiap kecepatan rencana ditentukan berdasarkan kemiringan tikungan, tikungan maksimum dan koefisien gesek melintang maksimum.

Gambar tikungan spiral circle spiral dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Bentuk Lengkung Spiral – Circle –Spiral

Sumber : Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol ,
 No.007/BM/2009s

Keterangan :

TS = tangen spiral, titik peralihan dari lurus ke bentuk spiral

SC = spiral circle, titik peralihan dari spiral ke circle

CS = circle spiral, titik peralihan dari circle ke spiral

ST = spiral tangen, titik peralihan dari spiral ke lurus

PI = point of intersection, titik pertemuan kedua tangen

Δ = sudut perpotongan kedua tangen

Θ_s = sudut pusat lengkung spiral TS-CS atau ST-CS

Θ_c = sudut pusat sudut lingkaran

Rumus – rumus yang digunakan adalah :

$$\theta_s = \frac{Ls \cdot 90}{\pi R} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\theta_c = \beta - 2\theta_s \dots\dots\dots (2.10)$$

$$Lc = \frac{(\beta - 2\theta_s) \times \pi R}{180} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$L = Lc + 2Ls \dots\dots\dots (2.12)$$

$$p = \frac{Ls^2}{6R} - R (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (2.13)$$

$$k = Ls - \frac{Ls^2}{40R^2} - R \times \sin \theta_s \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Ts = (R + p) \times \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \dots\dots\dots (2.15)$$

$$Es = \frac{(R+p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \dots\dots\dots (2.16)$$

$$Xs = Ls \left(1 - \frac{Ls^2}{40xR^2} \right) \dots\dots\dots (2.17)$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6xR} \dots\dots\dots (2.18)$$

Jika menggunakan tabel :

$$p = p \times Ls \dots\dots\dots (2.19)$$

$$k = k \times Ls \dots\dots\dots (2.20)$$

b. Panjang Tikungan

Panjang tikungan terdiri atas panjang busur lingkaran (L_c) dan panjang 2 lengkung spiral (L_s) yang diukur sepanjang sumbu jalan. Untuk menjamin kelancaran dan kemudahan mengemudikan kendaraan pada saat menikung pada jalan arteri perkotaan, maka panjang suatu tikungan sebaiknya tidak kurang dari 6 detik perjalanan. Panjang ini dapat diperhatikan berdasarkan Vryang ditetapkan sesuai tabel 2.12.

Pada tikungan full circle, nilai $L_s = 0$, sehingga
 $L_t = L_c$

Pada tikungan spiral-spiral, nilai $L_c = 0$, sehingga
 $L_t = 2L_s$

Tabel 2. 10 Panjang Bagian Lengkung Minimum

V_R (km/jam)	Panjang Tikungan Minimum (m)
120	200
100	170
80	140
60	100

Catatan : (perlu dijelaskan..)

a. Pada tikungan full circle, nilai $L_s = 0$, sehingga $L_t = L_c$

b. Pada tikungan Spiral-spiral, nilai $L_c = 0$, sehingga $L_t = 2 L_s$

Sumber : Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol

No.007/BM/2009

2.3.5. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Alinyemen vertical terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian lurus dapat berupa landau positif (tanjakan) atau landau negative (turunan), atau landau nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

2.3.5.1. Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum ditentukan untuk berbagi variasi kecepatan rencana, dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian didasarkan pada kecepatan truk bermuatan penuh mampu bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari separuh kecepatan semula tanpa menggunakan gigi rendah. Kelandaian maksimum yang sesuai dengan V_r , ditetapkan sesuai table. Untuk keperluan penyandang cacat, kelandaian maksimum ditetapkan 5 %. Kelandaian maksimum dapat ditentukan seperti dalam tabel 2.11.

Tabel 2. 11 Kelandaian Maksimum yang Diijinkan untuk Jalan Arteri Perkotaan

V_R (km/h)	100	90	80	70	60	50
Kelandaian Maksimum (%)	5	5	6	6	7	8

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004

2.3.5.2. Panjang Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian, dengan tujuan :

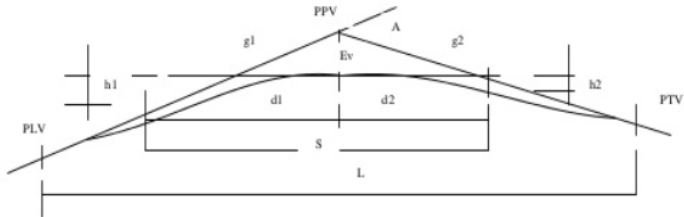
- Mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian.
- Menyediakan jarak pandang henti.

Lengkung vertikal dalam standar ini ditetapkan berbentuk parabola sederhana.

1. Lengkung Vertikal Cembung

Panjang lengkung vertikal cembung, berdasarkan jarak pandangan henti, di mana dapat ditentukan dengan rumus berikut :

- a) Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang vertical ($S < L$) seperti gambar 2.6.



Gambar 2. 8 Pandang Lengkung Vertikal Cembung ($S < L$)

$$L = \frac{A S^2}{658} \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan :

- Titik PLV = Peralihan lengkung vertikal
- Titik PPV = Pusat perpotongan vertikal
- Titik PTV = Peralihan tangen vertikal
- L = Jarak antara kedua titik (m)
- A = Perbedaan aljabar untuk kelandaian (%)
- G1, G2 = Kelandaian

- b) Jika jarak pandang lebih besar dari panjang lengkung vertikal ($S > L$)

80	130	26
90	160	39
100	185	52

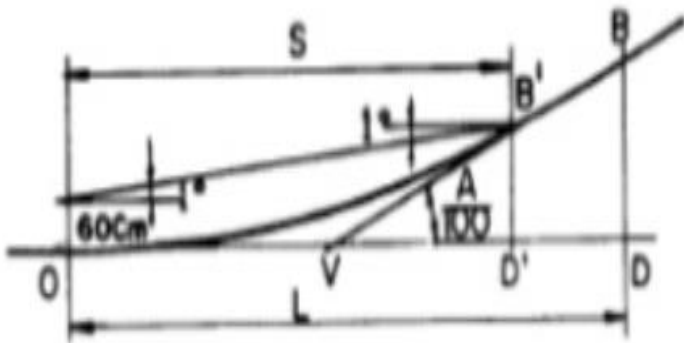
Keterangan : Nilai K adalah perbandingan antara panjang lengkung vertikal cembung (L) dan perbedaan aljabar kelandaian (A), $K = L/A$

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004

2. Lengkung Vertikal Cekung

Berbeda dengan lengkung vertikal cembung, lengkung vertikal cekung dipengaruhi jarak penyinaran lampu kendaraan. Pada perencanaan tinggi lampu yang digunakan adalah 60 cm dengan sudut penyebaran sinar sebesar 1° . Perhitungan lengkung vertikal cekung dihitung berdasarkan letak lampu dengan kendaraan dapat dibedakan dua keadaan.

- a) Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan ($S < L$) seperti pada gambar 2.8.

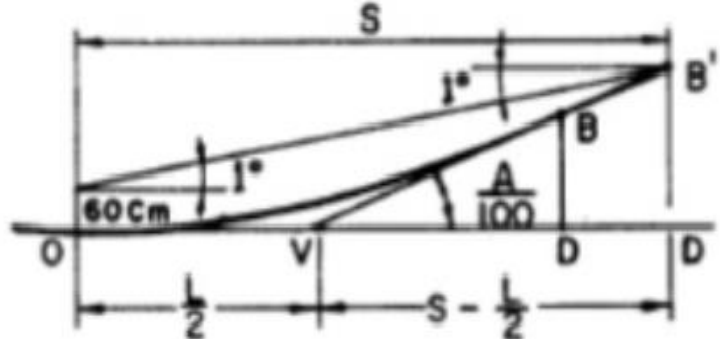


Gambar 2. 10 Lengkung Vertikal Cekung ($S < L$)

Dengan asumsi perencanaan yakni tinggi lampu 60 cm dan sudut penyebaran sinar sebesar 1° , maka :

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3,50 S} \dots\dots\dots (2.43)$$

- b) Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan ($S > L$) seperti pada gambar 2.9.



Gambar 2. 11 Lengkung Vertikal Cekung ($S > L$)

Dengan asumsi perencanaan yang sama dengan persamaan di atas, maka :

$$L = 2S - \frac{120 + 3,50 S}{A} \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana :

L = Panjang lengkung cekung (m)

A = Perbedaan aljabar untuk kelandaian (%)

S = Jarak pandang hemti (m)

Panjang minimum lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandang henti untuk setiap kecepatan rencana (V_r) dapat menggunakan tabel 2.15.

Tabel 2. 13 Kontrol Perencanaan untuk Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

Kecepatan	Jarak Pandang	Nilai Lengkung
-----------	---------------	----------------

Rencana (km/h)	Henti (m)	Vertikal (K)
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38
100	185	45
Keterangan : Nilai K adalah perbandingan antara panjang lengkung vertikal cekung (L) dan perbedaan aljabar kelandaian (A), $K = L/A$		

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan,
RSNI T-14-2004*

2.3.5.3. Koordinasi Alinyemen

Alinyemen vertikal, alinyemen horizontal, dan potongan melintang jalan arteri perkotaan harus dikoordinasikan sedemikian, sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ke tiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya, sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

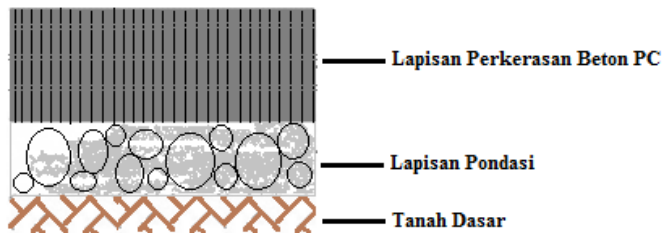
Koordinasi alinyemen vertikal dan horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Lengkung horizontal sebaiknya berhimpit dengan lengkung vertikal, dan secara ideal alinyemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal.

2. Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan.
3. Lengkung vertikal cekung pada landai jalan yang panjang harus dihindari.
4. Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal, harus dihindari.
5. Tikungan yang tajam diantara dua bagian jalan yang lurus dan panjang, harus dihindari.

2.4. Perencanaan Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku adalah struktur yang terdiri atas pelat beton yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, yang terletak di atas pondasi bawah atau dasar tanah tanpa atau dengan lapis permukaan aspal. Struktur perkerasan beton secara tipikal sebagaimana terlihat pada gambar 2.10.



Gambar 2. 12 Susunan Lapisan Perkerasan Kaku

Pada perkerasan kaku, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Keawetan dan kekuatan perkerasan beton dipengaruhi oleh sifat, daya dukung, dan keseragaman tanah dasar. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan pada perkerasan kaku adalah kadar air pemadatan, kepadatan, dan perubahan kadar air selama pelayanan.

Adapun syarat konstruksi perkerasan kaku, yaitu :

- a. Memiliki tebal total dan tegangan ijin yang cukup.
- b. Mampu mencegah deformasi yang tetap akibat beban roda.
- c. Tahan terhadap perubahan bentuk yang terjadi akibat perubahan kadar air.
- d. Mempunyai bentuk permukaan yang rata, tahan terhadap gesekan dan pengaruh beban maupun zat-zat kimia yang dapat mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan.

Perkerasan kaku memiliki modulus elastis yang tinggi yang akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup tua, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton itu sendiri. Lapisan pondasi yang ada di bawah tersebut harus mampu menopang kekuatan beton. Fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah :

- a. Mengendalikan pengaruh kembang susutnya tanah dasar.
- b. Menaikkan harga modulud reaksi tanah dasar (k) menjadi modulus reaksi komposit.
- c. Melindungi gejala pumping. Gejala pumping adalah proses keluarnya air dan butiran tanah dasar atau pondasi bawah melalui sambungan dan retakan atau pada bagian pinggir karena beban lalu lintas setelah adanya air bebas yang terakumulasi di bawah pelat)
- d. Mengurangi terjadinya keretakan pada pelat beton.
- e. Sebagai perkerasan lantai kerja selama perkerasan.

Keuntungan dari perkerasan kaku adalah :

- a. Pada umumnya digunakan pada jalan kelas tinggi.
- b. Kualitas job mix lebih mudah dikendalikan. Modulud elastisitas antara lapisan permukaan dan pondasi sangat berbeda.

- c. Dapat lebih bertahan terhadap kondisi drainase yang buruk.
- d. Pada umumnya biaya awal konstruksi tinggi, namun pemeliharannya relatif tidak ada.
- e. Kekuatan konstruksi perkerasan kaku berada pada plat beton sendiri, tidak termasuk pondasi.
- f. Indeks pelayanan tetap baik, hampir selama umur rencana. Terutama jika transverse joints dikerjakan dan dipelihara dengan baik.

2.4.1. Struktur dan Jenis Perkerasan

Perkerasan kaku dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu :

- a. Perkerasan beton semen, yaitu perkerasan kaku dengan beton sebagai lapisan aus. Terdapat 4 jenis perkerasan beton :
 - 1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan.
 - 2. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan.
 - 3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan.
 - 4. Perkerasan beton semen pra-tegang.
- b. Perkerasan komposit, yaitu perkerasan kaku dengan plat beton sebagai lapis pondasi dan aspal beton sebagai lapis permukaan.

2.4.2. Persyaratan Teknis

- a. Tanah Dasar

kekuatan tanah dasar dinyatakan sebagai (k) yang ditentukan dengan nilai pengujian CBR insitu (SNI 03-1731-1989) untuk perencanaan tebal perkerasan jalan lama atau CBR laboratorium untuk perencanaan jalan baru (SNI 03-1744-1989). Apabila nilai tanah dasar $< 2\%$, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean*

Mix Concrete) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai CBR tanah dasar efektif 5%.

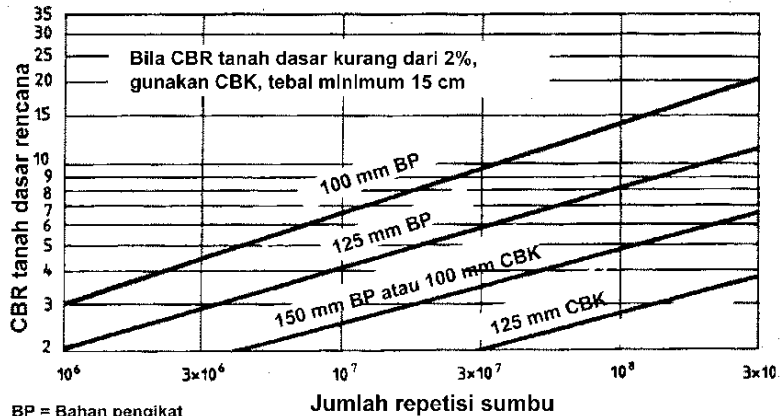
b. Pondasi Bawah

Bahan pondasi bawah dapat berupa :

1. Bahan berbutir.
2. Stabilitas atau dengan beton kurus giling padat (*Lean Rolled Concrete*).
3. Campuran beton kurus (*Lean Mix Concrete*)

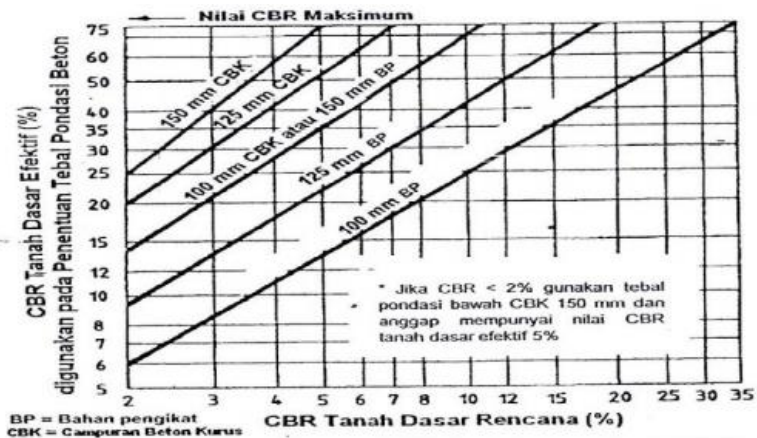
Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang mungkin timbul. Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai tepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi perilaku tanah ekspansif.

Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan SNI 03-6388-2000 dan AASHTO M-150 serta SNI 03-1743-1989. Bila pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dan CBR tanah dasar efektif dapat dilihat pada gambar 2.12 dan 2.13.



Gambar 2. 13 Tebal Pondasi Bawah Minimum untuk Perkerasan Beton Semen

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003



Gambar 2. 14 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003

c. Pondasi Bawah Material Berbutir

Material berbutir tanpa pengikat harus memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 03-6388-2000. Persyaratan dan gradasi pondasi bawah harus sesuai dengan kelas B. Sebelum pekerjaan dimulai, bahan pondasi bawah harus diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi bawah dengan penyimpangan ijin 3% – 5%. Ketebalan minimum lapis pondasi bawah untuk tanah dasar dengan CBR minimum 5% dalah 15 cm. Derajat kepadatan lapis pondasi bawah minimum 100%, sesuai dengan SNI 03-1743-1989.

d. Pondasi Bawah dengan Bahan Pengikat (*Bound Sub-Base*)

Pondasi bawah dengan bahan pengikat (BP) dapat menggunakan dari, antara lain :

1. Stabilitas material berbutir dengan kadar bahan pengikat yang sesuai dengan hasil perencanaan untuk menjamin kekuatan campuran dan ketahanan terhadap erosi.
2. Jenis bahan pengikat dapat meliputi semen, kapur, serta abu terbang, atau slag yang dihaluskan.
3. Campuran beraspal bergradasi rapat (*Dense graded asphalt*).
4. Campuran beton kurus giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 Mpa (55 Kg/cm^2).

e. Pondasi Bawah dengan Campuran Beton Kurus (*Lean Mix Concrete*)

Campuran beton kurus (CBK) harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28

hari minimum 5 Mpa (50 Kg/cm^2) tanpa menggunakan abu terbang, atau 7 Mpa (70 Kg/cm^2) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm.

2.4.3. Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur umur 28 hari yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3-5 Mpa ($30 - 50 \text{ Kg/cm}^2$). Kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serat karbon harus mencapai kuat tarik lentur 5 – 5,5 Mpa ($50 - 55 \text{ Kg/cm}^2$). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 Mpa ($2,5 \text{ Kg/cm}^2$) terdekat.

Beton dapat diperkuat dengan serat baja (*Steel-fibre*) untuk meningkatkan kuat tarik lenturnya dan mengendalikan retak pada pelat khususnya untuk bentuk yang tidak lazim. Serat baja dapat digunakan pada campuran beton yang digunakan untuk jalan plaza tol, putaran dan pemberhentian bus. Panjang serat baja antara 15 mm dan 50 mm yang bagian ujungnya melebar sebagai angker dan/atau sekrup penguat untuk meningkatkan ikatan. Secara tipikal derat dengan panjang 15mm dan 50 mm dapat ditambahkan ke dalam adukan beton, masing-masing sebanyak 75 dan 45 Kg/m^3 .

Semen yang akan digunakan untuk pekerjaan beton harus dipilih dan sesuai dengan lingkungan dimana perkerasan akan dilaksanakan.

2.4.4. Penentuan Besaran Rencana

a. Umur Rencana

Umur rencana adalah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat

diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu diberi lapisan permukaan baru.

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas dasar pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas, serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

b. Lalu Lintas

Penentuan beban lalu lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana.

Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir.

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu, yaitu sebagai berikut :

1. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
2. Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
3. Sumbu tandem roda ganda (STdRG).
4. Sumbu tridem roda ganda (STrRG).

c. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar. Jika jalan tidak memiliki

tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan. Korelasi jumlah lajur dan koefisien distribusi dapat di tentukan seperti dalam tabel 2.14.

Tabel 2. 14 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana

Lebar Perkerasan (Lp)	Koefisien Distribusi	
	1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50 \text{ m}$	1	1
$5,5 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	0,50	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	-	0,40

c. Pertumbuhan Lalu Lintas

Volume lalu lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap dimana kapasitas jalan dicapai dengan faktir pertumbuhan lalu lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana :

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas

i = Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun (%)

UR = Umur rencana (tahun)

d. Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas rencana adalah jumlah komulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan.

Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survey beban. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots (2.26)$$

Dimana :

- JSKN = Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana
 JSKNH = Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka.
 R = Faktor pertumbuhan komulatif, yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.
 C = Koefisien distribusi kendaraan.

e. Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (F_{KB}). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan dengan adanya bebrbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada tabel 2.15.

Tabel 2. 15 Faktor Keamanan Beban

No	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survey beban (<i>weight in motion</i>) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,5	1,2

2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003

2.4.5. Perencanaan Sambungan

Perkerasan beton semen, yaitu perkerasan kaku dengan beton semen sebagai lapisan aus. Terdapat 4 jenis perkerasan beton semen :

- a. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan
- b. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan
- c. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan
- d. Perkerasan beton semen pra tekan

Sambungan pada perkerasan beton semen bertujuan untuk :

1. Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu lintas.
2. Memudahkan dalam pelaksanaan.
3. Mengakomodasi gerakan pelat.

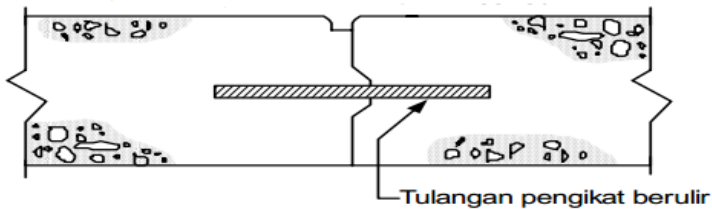
Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa elemen sambungan, yaitu :

1. Sambungan memanjang
2. Sambungan melintang
3. Sambungan isolasi

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (*joint sealer*), kecuali pada sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi (*joint filler*).

2.4.5.1. Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat (Tie Bar)

Pemasangan sambungan memanjang bertujuan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3-4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU-24 dan diameter 16 mm. Sambungan memanjang dapat di lihat seperti pada gambar 2.15.



Gambar 2. 15 Sambungan Memanjang (Tie Bar)

Ukuran batang pengikat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini :

$$A_t = 204 \times b \times h \dots\dots\dots (2.27)$$

$$I = (38,3 \times \phi) + 75 \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana :

A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm^2)

B = Jarak terkecil anatar sambungan atau jarak (m)

H = Tebal plat (m)

L = Panjang batang pengikat (mm)

ϕ = Diameter batang pengikat yang digunakan ((mm)

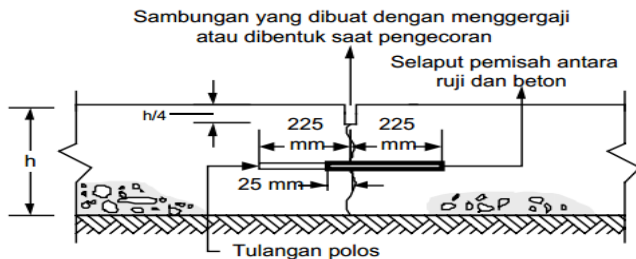
Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

2.4.5.2. Sambungan Susut Melintang

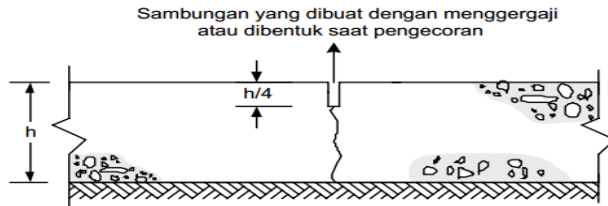
Kendaraan sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal plat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal plat untuk lapis pondasi stabilisasi semen.

Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4-5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8-15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menetus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan.

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat plat beton menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket agar menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Sambungan susut melintang dapat di lihat seperti pada gambar 2.16 dan 2.17.



Gambar 2. 16 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji



Gambar 2. 17 Sambungan Susut Melintang dengan Ruji

2.4.5.3. Bahan Penutup Sambungan

Penutup sambungan dimaksudkan untuk mencegah masuknya air dan atau benda lain ke dalam sambungan perkerasan. Benada-benda lain yang masuk ke dalam sambungan dapat menyebabkan kerusakan berupa gompal da atau plat beton yang saling menekan ke atas (*blow up*).

Bahan penutup sambungan adalah bahan yang tahan terhadap tarikan dan tekanan, dan masih tahan untuk tetap melekat pada dinding-dinding sambungan, dimana bahan tersebut terbuat dari bahan elastis seperti karet, sehingga mampu mencegah batu-batu yang tajam atau benda-benda lainnya.

2.4.6. Prosedur Perencanaan

Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan atas dua model kerusakan yaitu :

1. Retak fatik (Lelah) tarik lentur pada plat.
2. Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan.

Prosedur ini mempertimbangkan ada tidaknya ruji pada sambungan atau bahu beton. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan dianggap sebagai perkerasan bersambung yang dipasang ruji. Dat lalu lintas yang

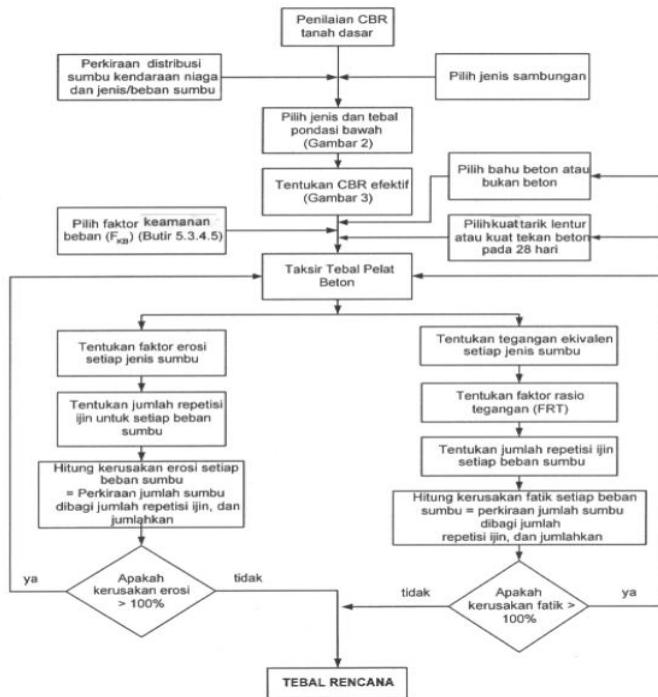
diperlukan adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repetisi masing-masing jenis sumbu/kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana.

2.4.6.1. Perencanaan Tebal Plat

Tebal plat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikkan dan proses perencanaan diulangi.

Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100%.

Langkah-langkah perencanaan tebal plat diperlihatkan pada gambar 2.18 s/d 2.20 dan tabel 2.16 s/d 2.17.



Gambar 2. 18 Sistem Perencanaan Beton Semen

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003

Tabel 2. 16 Langkah-Langkah Perencanaan Beton Semen

Langkah	Uraian Kegiatan
1	Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji, atau menerus dengan tulangan.
2	Tentukan, apakah menggunakan bahu beton atau bukan.
3	Tentukan jenis dan pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana.

4	Tebtujuan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang dipilih.
5	Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari.
6	Pilih faktor keamanan beban lalu lintas (FKB).
7	Taksir tebal plat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia).
8	Tentukan tegangan ekivalen dan faktor erosi untuk STRT.
9	Tentukan faktor rasio tegangan dengan membagi tegangan ekivalen oleh kuat tarik lentur.
10	Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda ≥ 65 kN, anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi.
11	Dengan faktor rasio tegangan, dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi.
12	Hitung presentasi dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
13	Hitung menggunakan faktor erosi, tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi.
14	Hitung presentasi dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
15	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repitisi beban ijin, yang masing-masing mencapai 10 juta dan 100 juta repetisi.

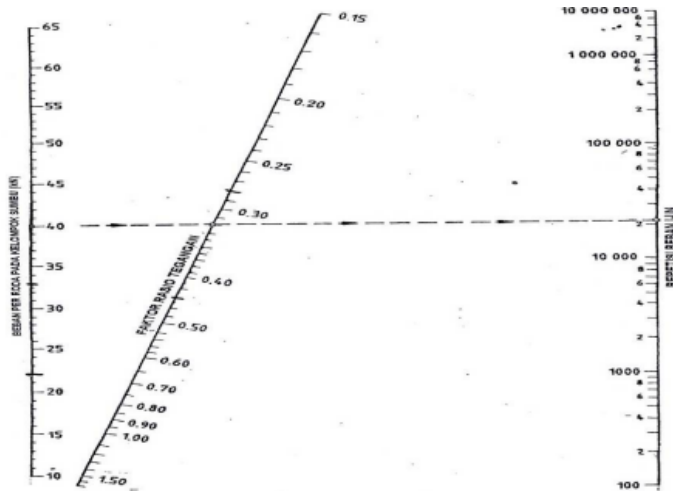
16	Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan presentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama, hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17	Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap jenis kelompok lainnya.
18	Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
19	Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan erosi $\leq 100\%$. Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003

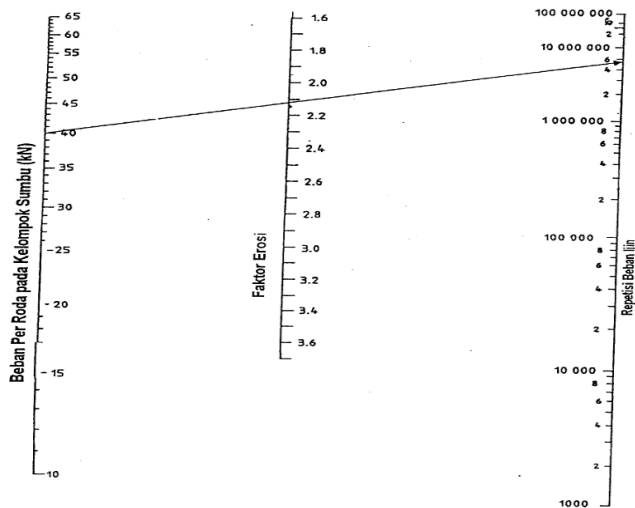
Tabel 2. 17 Ekuivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan dengan Bahu Beton

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
						Tanpa Rus				Dengan Rus/Beton Bertulang			
		STRT	STRG	STdRG	STtRG	STRT	STRG	STdRG	STtRG	STRT	STRG	STdRG	STtRG
290	5	0,51	0,9	0,82	0,6	1,61	2,21	2,45	2,54	1,36	1,97	2,19	2,34
290	10	0,5	0,85	0,76	0,57	1,58	2,18	2,39	2,46	1,34	1,94	2,13	2,26
290	15	0,5	0,82	0,73	0,55	1,56	2,16	2,36	2,42	1,33	1,92	2,1	2,22
290	20	0,49	0,81	0,72	0,54	1,56	2,16	2,34	2,39	1,32	1,92	2,08	2,2
290	25	0,49	0,79	0,7	0,53	1,55	2,15	2,32	2,37	1,31	1,91	2,06	2,17
290	35	0,48	0,76	0,66	0,51	1,53	2,14	2,28	2,32	1,29	1,89	2,02	2,11
290	50	0,47	0,73	0,63	0,49	1,51	2,12	2,23	2,27	1,27	1,87	1,98	2,05
290	75	0,47	0,7	0,6	0,47	1,5	2,1	2,18	2,19	1,25	1,85	1,93	1,98
300	5	0,49	0,86	0,79	0,58	1,57	2,17	2,42	2,52	1,32	1,93	2,16	2,32
300	10	0,48	0,81	0,73	0,55	1,55	2,15	2,36	2,44	1,3	1,91	2,1	2,24
300	15	0,47	0,78	0,7	0,53	1,53	2,14	2,33	2,4	1,29	1,89	2,07	2,2
300	20	0,46	0,77	0,69	0,52	1,52	2,13	2,31	2,37	1,28	1,88	2,06	2,18
300	25	0,46	0,76	0,67	0,51	1,51	2,12	2,29	2,35	1,27	1,87	2,03	2,15
300	35	0,46	0,73	0,64	0,49	1,49	2,1	2,25	2,3	1,25	1,85	1,99	2,09
300	50	0,45	0,7	0,6	0,46	1,48	2,08	2,2	2,24	1,23	1,83	1,96	2,03
300	75	0,45	0,67	0,57	0,45	1,46	2,06	2,15	2,17	1,21	1,81	1,9	1,95
310	5	0,46	0,81	0,76	0,55	1,54	2,14	2,4	2,5	1,29	1,89	2,13	2,3
310	10	0,4	0,77	0,7	0,52	1,51	2,11	2,33	2,42	1,27	1,87	2,07	2,22
310	15	0,45	0,75	0,68	0,5	1,49	2,09	2,3	2,38	1,25	1,86	2,04	2,18
310	20	0,44	0,74	0,66	0,5	1,49	2,09	2,28	2,35	1,24	1,85	2,03	2,15
310	25	0,44	0,72	0,64	0,49	1,48	2,08	2,26	2,33	1,23	1,84	2,01	2,13
310	35	0,43	0,69	0,61	0,47	1,48	2,06	2,22	2,28	1,21	1,82	1,97	2,07
310	50	0,43	0,67	0,58	0,44	1,44	2,04	2,18	2,22	1,19	1,79	1,92	2,01
310	75	0,42	0,63	0,54	0,43	1,42	2,02	2,13	2,15	1,17	1,77	1,87	1,93
320	5	0,44	0,78	0,74	0,53	1,5	2,11	2,37	2,48	1,25	1,85	2,1	2,27
320	10	0,43	0,74	0,68	0,5	1,48	2,08	2,31	2,4	1,23	1,83	2,06	2,19
320	15	0,43	0,72	0,65	0,48	1,46	2,06	2,28	2,36	1,22	1,82	2,02	2,15
320	20	0,42	0,71	0,64	0,48	1,45	2,06	2,26	2,33	1,21	1,81	2	2,13
320	25	0,42	0,69	0,62	0,47	1,44	2,05	2,24	2,31	1,2	1,8	1,98	2,1
320	35	0,41	0,66	0,59	0,45	1,42	2,03	2,2	2,26	1,18	1,78	1,94	2,04
320	50	0,41	0,64	0,55	0,43	1,41	2,01	2,15	2,2	1,15	1,76	1,89	1,98
320	75	0,41	0,62	0,53	0,41	1,39	1,99	2,1	2,12	1,13	1,74	1,84	1,91
330	5	0,42	0,74	0,71	0,51	1,47	2,07	2,35	2,46	1,22	1,82	2,07	2,25
330	10	0,41	0,71	0,65	0,48	1,44	2,05	2,29	2,38	1,19	1,79	2,02	2,17
330	15	0,41	0,69	0,63	0,46	1,42	2,03	2,26	2,34	1,17	1,77	1,99	2,13
330	20	0,4	0,68	0,62	0,46	1,42	2,02	2,24	2,31	1,17	1,77	1,97	2,11
330	25	0,4	0,67	0,6	0,45	1,41	2,01	2,21	2,29	1,16	1,76	1,96	2,08
330	35	0,39	0,64	0,57	0,43	1,39	1,99	2,17	2,24	1,14	1,74	1,91	2,02
330	50	0,39	0,61	0,53	0,41	1,37	1,97	2,13	2,18	1,12	1,72	1,87	1,96
330	75	0,39	0,59	0,51	0,39	1,35	1,95	2,06	2,1	1,1	1,7	1,8	1,88
340	5	0,4	0,71	0,69	0,49	1,44	2,04	2,33	2,44	1,18	1,78	2,05	2,23
340	10	0,39	0,68	0,64	0,47	1,41	2,02	2,26	2,36	1,16	1,76	1,99	2,15
340	15	0,39	0,66	0,61	0,45	1,39	2	2,23	2,32	1,15	1,75	1,96	2,11
340	20	0,38	0,65	0,6	0,44	1,39	1,99	2,21	2,29	1,14	1,74	1,94	2,09
340	25	0,38	0,64	0,58	0,43	1,38	1,98	2,19	2,27	1,13	1,73	1,92	2,06
340	35	0,37	0,62	0,55	0,41	1,36	1,96	2,15	2,22	1,11	1,71	1,88	2
340	50	0,37	0,59	0,52	0,39	1,34	1,94	2,1	2,16	1,08	1,69	1,84	1,94
340	75	0,37	0,57	0,49	0,38	1,32	1,92	2,05	2,08	1,06	1,67	1,79	1,86
350	5	0,38	0,69	0,67	0,47	1,41	2,01	2,31	2,43	1,15	1,75	2,02	2,21
350	10	0,37	0,65	0,62	0,45	1,38	1,98	2,24	2,35	1,13	1,73	1,97	2,13
350	15	0,37	0,63	0,59	0,44	1,36	1,96	2,21	2,3	1,11	1,71	1,94	2,09
350	20	0,36	0,62	0,58	0,43	1,36	1,96	2,19	2,28	1,1	1,7	1,92	2,07
350	25	0,36	0,61	0,56	0,42	1,35	1,95	2,17	2,25	1,09	1,69	1,9	2,04
350	35	0,36	0,59	0,53	0,4	1,33	1,93	2,13	2,19	1,07	1,67	1,86	1,98
350	50	0,36	0,57	0,5	0,38	1,31	1,91	2,08	2,14	1,05	1,65	1,81	1,92
350	75	0,35	0,55	0,47	0,36	1,29	1,89	2,03	2,06	1,03	1,63	1,76	1,84

STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STtRG: Su



Gambar 2. 19 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin
Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan / Tanpa Bahu beton
Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003



Gambar 2. 20 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban
Berdasarkan Fatik Erosi, dengan Bahu Beton
Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003

2.4.6.2. Perencanaan Tulangan

Tujuan utama penulangan, yaitu :

1. Membatasi lebar retakan, agar kekuatan plat dapat dipertahankan.
2. Memungkinkan penggunaan plat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan.
3. Mengurangi biaya pemeliharaan.

Jumlah tulangan yang diperlukan dapat dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedangkan dalam beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut.

2.4.6.2.1. Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan

Pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan, ada kemungkinan penulangan perlu dipasang guna mengendalikan retak. Bagian-bagian pkat yang diperkirakan akan mengalami retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka plat harus diberi tulangan.

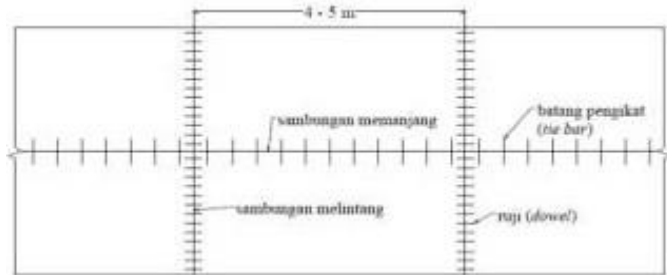
Umumnya, perkerasan ini lebarnya 1 lajur dengan panjang 4-5 m. Perkerasan ini tidak menggunakan tulangan, namun menggunakan ruji (dowel) dan batang pengikat (tie bar).

Penerapan tulangan biasanya dilakukan pada :

1. Plat dengan bentuk tak lazim.
Plat disebut tidak lazim apabila perbandingan antara panjang dengan lebar lebih besar dari 1,25 atau bila pola sambungan pada plat tidak benar-benar berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang.
2. Plat dengan sambungan tidak sejalur

3. Plat berlubang

Perencanaan perkerasan beton bersambung tanpa tulangan dapat di lihat seperti pada gambar 2.21.



Gambar 2. 21 Perencanaan Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan

2.5. Perencanaan Drainase untuk Saluran Tepi

Saluran drainase jalan merupakan saluran yang dibuat ditepi jalan yang berfungsi menampung serta mengalirkan air dari permukaan jalan dan daerah sekitar jalan yang masih terdapat pada suatu *catchment area*. Dua hal pokok yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan system drainase untuk jalan raya, ialah :

1. Drainase permukaan
2. Drainase bawah permukaan

Adanya drainase permukaan dimaksud untuk menampung, mengalir, dan membuang air hujan yang jatuh dipermukaan perkerasan jalan agar tidak merusak konstruksi jalan yang ada. Fungsi dari drainase, ialah :

1. Menjaga agar permukaan jalan selalu tampak kering terhadap air.
2. Menjaga kestabilan bahu jalan yang disebabkan oleh erosi.

Permukaan yang baik pada perkerasan maupun drainase dibuat miring dengan tujuan agar air dapat

mengalir sari perkerasan jalan. Kemiringan melintang dapat di tentukan seperti dalam tabel 2.18.

Tabel 2. 18 Kemiringan Melintang dan Perkerasan Bahu Jalan

No	Jenis Lapisan Permukaan Jalan	Kemiringan Melintang Normal (i)
1	Beraspal, beton	2% - 3%
2	Japat dan tanah	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%
4	Tanah	4% - 6%

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994*

Hubungan kemiringan selokan samping dan jenis material dapat di tentukan seperti pada tabel 2.19

Tabel 2. 19 Hubungan Kemiringan Selokan Samping dan Jenis Material

Jenis Material	Kemiringan Selokan Samping
Tanah Asli	0 – 5
Kerikil	5 – 7,5
Pasangan	7,5

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994*

2.5.1. Analisa Data Hidrologi

Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada analisa hidrologi :

a. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang dipakai dalam perencanaan jalan sistem drainase jalan adalah data curah hujan harian maksimum dalam setahun yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari stasiun curah hujan yang terdekat dengan

lokasi sistem drainase, jumlah data curah hujan paling sedikit diperkirakan sekitar 10 tahun.

b. Waktu Curah Hujan

Lamanya waktu curah hujan ditentukan berdasarkan hasil penyelidikan Van Breen bahwa hujan harian yang terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan terbesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam.

c. Tinggi Hujan Rencana

Untuk mendapatkan tinggi hujan rencana dengan masa ulang T dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini :

$$R_1 = \bar{R} + \frac{S_x}{S_n} (Y_1 - Y_n) \dots\dots\dots (2.29)$$

Dimana :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (R_1 - R)^2}{n}}$$

$$\text{Maka, } I = \frac{90\% R_1}{4}$$

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994*

Keterangan :

R_t = Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

R = Tinggi hujan maksimum rata-rata

Y_t = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang

Y_n = Nilai yang tergantung pada n

S_n = Standart deviasi yang merupakan fungsi dari n

Tabel periode ulang hujan dapat di tentukan seperti dalam tabel 2.20

Tabel 2. 20 Periode Ulang

Periode Ulang (Tahun)	Variasi yang Berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994*

Y_n dapat diperoleh menggunakan tabel seperti dalam tabel 2.21.

Tabel 2. 21 Nilai Y_n

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994*

S_n dapat diperoleh menggunakan tabel seperti dalam tabel 2.22.

Tabel 2. 22 Nilai S_n

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316
20	0,0628	1,0695	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0961
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313

40	0,1413	1,1435	1,1435	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596
60	0,17447	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,1690	1,1698	1,1906
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980
90	0,2007	1,2013	1,2013	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994*

Setelah memperoleh nilai I dari persamaan di atas, maka kemudian diplot pada kurva basis dibawah ini, sehingga di dapat nilai I rencana.

d. Waktu Konsentrasi (TC)

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang dibutuhkan oleh aliran air untuk dapat mencapai suatu titik tertentu pada saluran drainase. Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh kemiringan seluran, kecepatan aliran dan kondisi permukaan saluran. Dari ketiga hal tersebut, perhitungan waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$T_c = t_1 + t_2 \dots \dots \dots (2.30)$$

Dimana :

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V}$$

Keterangan :

T_c = Waktu konsentrasi

t_1 = *Inlet time (overload flow time)* atau waktu yang diperlukan oleh air limpahan untuk mencapai lokasi fasilitas drainase dari titik

terjauh yang terletak di *catchment area* dan jalan itu sendiri.

T_2 = *Time of flow (channel flow time)* atau waktu yang diperlukan oleh air limahan untuk mengalir melalui drainase.

L_o = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = Panjang saluran (m)

n_d = Koefisien hambatan

S = Kemiringan daerah pengaliran

V = Lecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan dapat ditentukan seperti dalam tabel 2.23.

Tabel 2. 23 Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan

No	Kondisi Lapis Permukaan	n_d
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbu dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994

Kecepatan aliran yang diizinkan berdasarkan jenis material dapat ditentukan seperti dalam tabel 2.24

Tabel 2. 24 Kecepatan Aliran yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material

No	Jenis Bahan	Kecepatan Aliran yang Diizinkan (m/s)
1	Pasir halus	0,45
2	Lembung kepasiran	0,5
3	Lanau alluvial	0,6
4	Kerikil halus	0,75
5	Lempung kokoh	0,75
6	Lempung padat	1,1
7	Kerikil kasar	1,2
8	Batu-batu besar	1,5
9	Pasangan batu	0,60 – 1,80
10	Beton	0,60 – 3,00
11	Beton bertulang	0,60 – 3,00

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994*

e. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batasnya tergantung dari daerah pembebasan dan daerah sekelilingnya :

$$L = A = L_1 + L_2 + L_3 \dots\dots\dots (2.31)$$

Dimana :

L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan

L_1 = Ditetapkan dari as jalan bagian tepi perkerasan

L_2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai bahu jalan

L_3 = Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100 m

A = Luas daerah pengaliran

f. Intensitas Hujan Maksimum

Untuk mendapatkan intensitas hujan maksimum maka hasil perhitungan waktu konsentrasi diplotkan pada kurva basis rencana.

g. Menentukan Koefisien Pengaliran

Aliran yang masuk kedalam saluran drainase berasal dari suatu *catchment area* disekitar saluran drainase untuk menentukan koefisien pengaliran dipergunakan persamaan dibawah ini :

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots (2.32)$$

Dimana :

C_1, C_2, C_3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan.

A_1, A_2, A_3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan.

h. Debit Aliran

Debit aliran air adalah jumlah air yang mengalir masuk kedalam saluran tepi. Dari keseluruhan analisa hidrologi di atas, maka debit air yang melalui saluran drainase dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini :

$$Q = \frac{1}{3,6} C I A \dots\dots\dots (2.33)$$

Dimana :

Q = Debit air (m³/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

i. Kemiringan Saluran (i)

Kemiringan saluran dapat dilihat seperti dalam tabel 2.25. Kemiringan saluran ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan, dan dapat dihitung menggunakan rumus ini :

$$i = \frac{t_o - t_1}{L} \times 100\% \dots\dots\dots (2.34)$$

Tabel 2. 25 Kemiringan Melintang Perkerasan Bahu Jalan

No	Jalan Lapis Permukaan Jalan	Kemiringan Melintang Normal (%)
1	Beraspal, Beton	2% – 3%
2	Japat	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%
4	Tanah	4% - 5%

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994*

j. Kecepatan Rata-rata (V)

Kecepatan rata-rata air dipengaruhi oleh koefisien kekasaran, jari-jari dan kemiringan saluran. Kecepatan rata-rata air dalam saluran drainase jalan dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.35)$$

Dimana :

V = Kecepatan rata-rata (m/det)

R = Jari-jari (m)

i = Kemiringan saluran

n = Koefisien kekasaran

2.6. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan adalah tata cara pelaksanaan yang direncanakan untuk memudahkan pekerjaan di lapangan serta membuahkan hasil yang maksimal dan efisien. Metode pelaksanaan ini direncanakan agar dalam pengerjaan di lapangan cepat, tepat, efisien dan tidak mengurangi aspek keselamatan kerja para pekerja di lapangan. Metode pelaksanaan memiliki berbagai tahapan yaitu tahap persiapan, tahap konstruksi dan tahapan finishing.

2.7. Rencana Anggaran Biaya

2.7.1. Umum

Perhitungan rencana anggaran biaya ialah proses perhitungan untuk menentukan nilai atau besaran kebutuhan biaya untuk mendirikan suatu konstruksi bangunan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan besarnya harga satuan bangunan, yaitu :

1. Volume pekerjaan
2. Harga bahan dan peralatan
3. Upah untuk tenaga pekerjaan

Perhitungan rencana anggaran biaya dibuat sebelum dilakukannya pembangunan, tepatnya setelah perencanaan fisik bangunan. Oleh karena itu, jumlah anggaran yang didapatkan hanyalah merupakan taksiran perhitungan, tergantung dari kemampuan personel berdasarkan pengalaman. Selain itu, pemilihan metode yang tepat akan menghasilkan ketepatan perhitungan yang lebih optimal.

Dalam perhitungan rencana anggaran biaya yang akan dipaparkan dalam laporan ini digunakan daftar analisa harga satuan pekerjaan yang diperoleh dari buku panduan Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, yakni “Buku Petunjuk Analisa Biaya Harga Satuan Pekerjaan”. Sehingga, tidak ditunjukkan

perhitungan untuk menentukan koefisien tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang digunakan pada tiap-tiap satuan pekerjaan.

2.7.2. Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perhitungan rencana anggaran biaya, yaitu sebagai salah satu faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume ini didasarkan pada perencanaan profil melintang (*cross section*) dan profil memanjang (*long section*).

2.7.3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan hasil yang diperoleh dari proses perhitungan dari masukan-masukan antara lain berupa harga satuan dasar untuk bahan, alat, upah, tenaga kerja serta biaya umum dan keuntungan. Berdasarkan masukan tersebut dilakukan perhitungan untuk menentukan koefisien bahan, upah tenaga kerja, dan peralatan setelah lebih dahulu menentukan asumsi-asumsi dan faktor-faktor serta prosedur kerjanya. Jumlah dari seluruh hasil perkalian koefisien tersebut dengan harga satuan ditambah dengan biaya minimum dan keuntungan menghasilkan harga satuan pekerjaan.

Analisa harga satuan pekerjaan ini meliputi beberapa item pekerjaan, antara lain :

1. Pekerjaan Pendahuluan
 - 1.1. Survey Lokasi
 - 1.2. Pembangunan Direksi Kit
 - 1.3. Pengukuran (Setting Out)
 - 1.4. Soil Investigation
 - 1.5. Penanganan Aliran
 - 1.6. Pekerjaan Utilitas
 - 1.7. Mobilisasi Alat Berat
 - 1.8. Pembersihan Area Proyek (Clearing & Grubbing)

2. Pengurugan dan Pemadatan Tanah
3. Pekerjaan Drainase
 - 3.1. Pekerjaan Untuk Galian Drainase Jalan
 - 3.2. Pekerjaan Beton K-350 untuk Drainase
 - 3.3. Pemasangan Lubang Drainase
 - 3.4. Pemasangan Pipa Drainase
4. Pekerjaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)
 - 4.1. Pengecoran Lean Concrete
 - 4.2. Pemasangan Transversal Joint Dan Longitudinal Joint
 - 4.3. Pekerjaan Beton K-350 dan Pekerjaan Beton K-125
5. Pekerjaan Finishing
 - 5.1. Pengecatan Marka
 - 5.2. Pemasangan Lampu Jalan
 - 5.3. Pembersihan Akhir
 - 5.4. Demobilisasi Alat Berat

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini dijelaskan mengenai metodologi yaitu sebuah tata cara atau penjelasan mengenai tahap – tahap yang akan dilakukan pada penyusunan Tugas Akhir Terapan ini.

3.1. Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan untuk penyusunan Tugas Akhir Terapan ini antara lain :

- a. Peta lokasi
- b. Peta topografi
- c. Gambar eksisting
- d. Data geometrik jalan
- e. Data CBR tanah
- f. Data lalu lintas
- g. Data curah hujan

Data-data di atas didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemkot Surabaya, dan Dinas Perhubungan kota Surabaya.

3.2. Survey Lokasi

Mengetahui kondisi lingkungan lokasi suatu proyek yang diperlukan untuk data perhitungan perencanaan. Dari hasil survey tersebut akan didapat data berupa gambar kondisi eksisting lokasi proyek.

3.3. Analisis dan Pengolahan Data

Setelah data-data yang dibutuhkan terkumpul, maka data-data tersebut dianalisa dan diolah, sehingga didapatkan hasil perhitungan yang sesuai dengan teori dan ketentuan yang berlaku.

3.3.1. Pengolahan Data Lalu Lintas

Data lalu lintas yang berupa data lalu lintas harian rata-rata dianalisa untuk menghitung tebal perkerasan jalan, diaman diperlukan beban kendaraan, yaitu beban yang berkaitan dengan sumbu kendaraan, volume lalu lintas, pertumbuhan lalu lintas, dan konfigurasi roda.

3.3.2. Pengolahan Data CBR Tanah Dasar

Analisa tanah dasar dilakukan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar, karena mjudu dan daya tahan suatu konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Pada analisa ini, diperlukan data CBR dari beberapa tempat, sehingga didapatkan daya dukung tanah dasar yang dinyatakan dengan modulus reaksi tanah dasar.

3.3.3. Pengolahan Data Curah Hujan

Pengolahan data hujan digunakan untuk perencanaan besarnya debit limpasan yang terjadi pada suatu area, dimana besarnya debit digunakan untuk menghitung dimensi saluran drainase jalan. Data curah hujan diambil dari saluran hujan terdekat dengan lokasi proyek.

3.4. Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan, antara lain :

- a. Alinyemen horizontal
- b. Alinyemen vertikal

3.5. Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku

Perencanaan struktur perkerasan kaku, anatar lain :

- a. Struktur dan jenis perkerasan
- b. Penentuan besarnya rencana
- c. Perencanaan tebal plat
- d. Perencanaan tulangan

e. Teknik penyambungan dan penulangan

3.6. Perencanaan Drainase

Dalam perencanaan drainase, langkah-langkahnya adalah:

- a. Analisa hidrologi
- b. Menghitung koefisien pengaliran
- c. Menghitung kemiringan saluran
- d. Menghitung kecepatan rata-rata
- e. Menghitung debit aliran
- f. Menghitung dimensi saluran

3.7. Penggambaran Rencana Jalan

Pada tahap ini, gambar rencana didapat dari hasil perhitungan perencanaan jalan dan perencanaan drainase. Gambar rencana jalan berupa potongan memanjang, potongan melintang, dan drainase jalan. Gambar rencana ini kemudian dijadikan sebagai media komunikasi dalam tahap pelaksanaan.

3.8. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

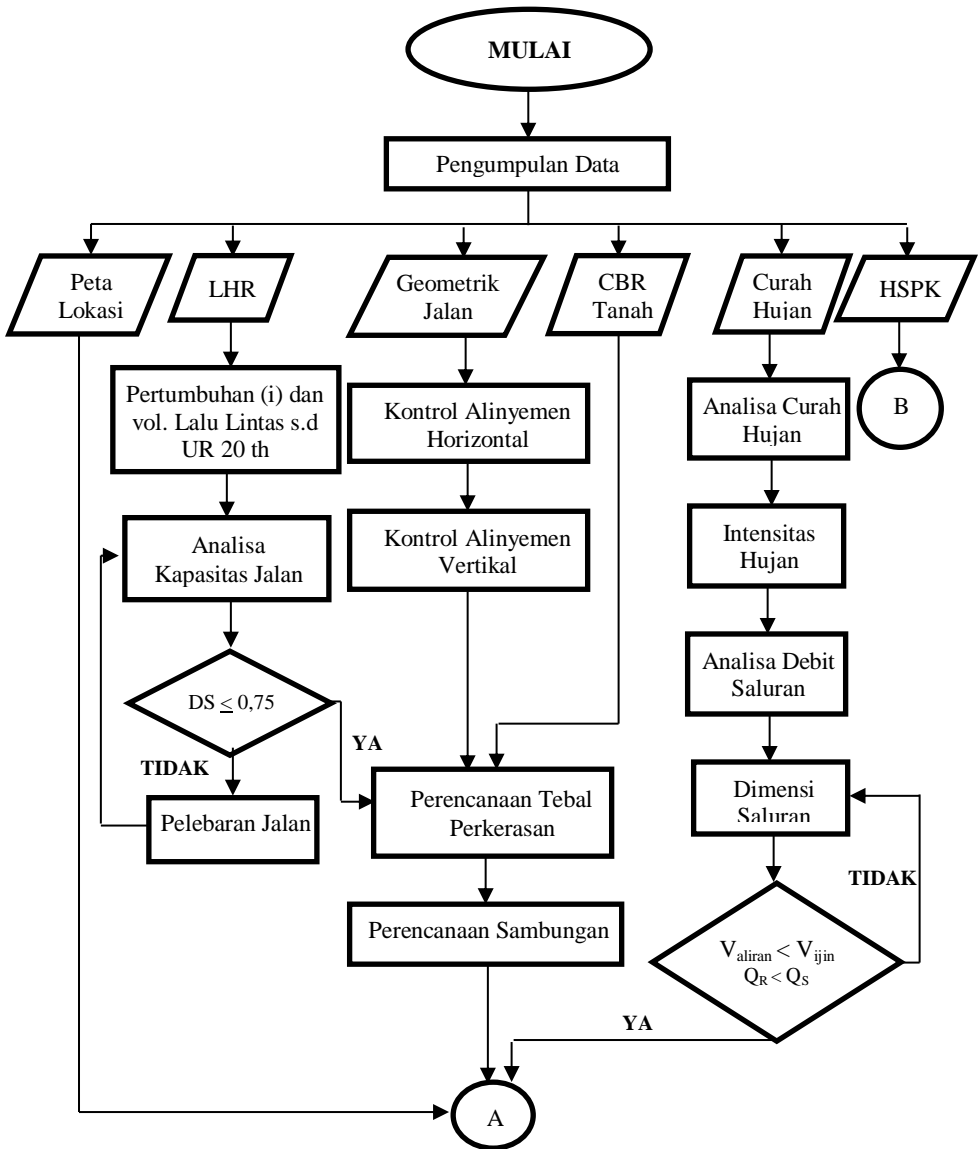
Rencana anggaran biaya merupakan perencanaan berupa biaya yang diperlukan untuk membiayai perencanaan hasil. Perhitungan rencana anggaran biaya ini menggunakan HSPK kota Surabaya tahun 2015.

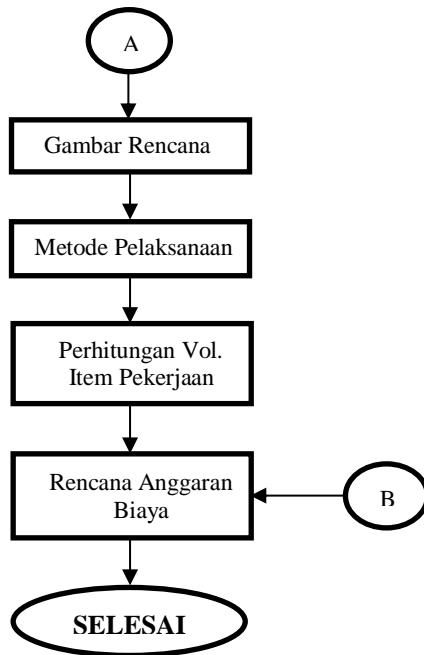
3.9. Kesimpulan dan saran

Pada akhir perhitungan dan perencanaan maka akan didapatkan kesimpulan berupa tebal perkerasan kaku jalan LLT yang telah dianalisa sesuai dengan peraturan-peraturan dan ketentuan yang berlaku. Dan saran yang diambil dari hasil studi ini.

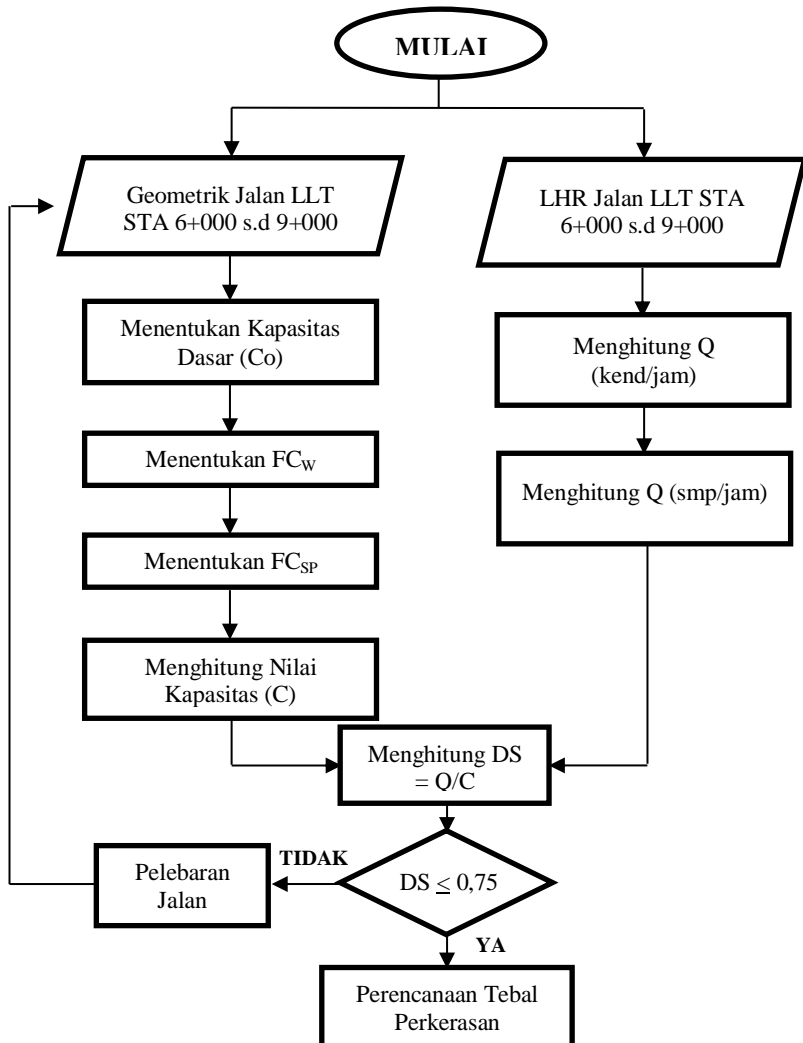
3.10. Diagram Alir Metodologi

Diagram alir metodologi dapat digambarkan sebagai berikut :

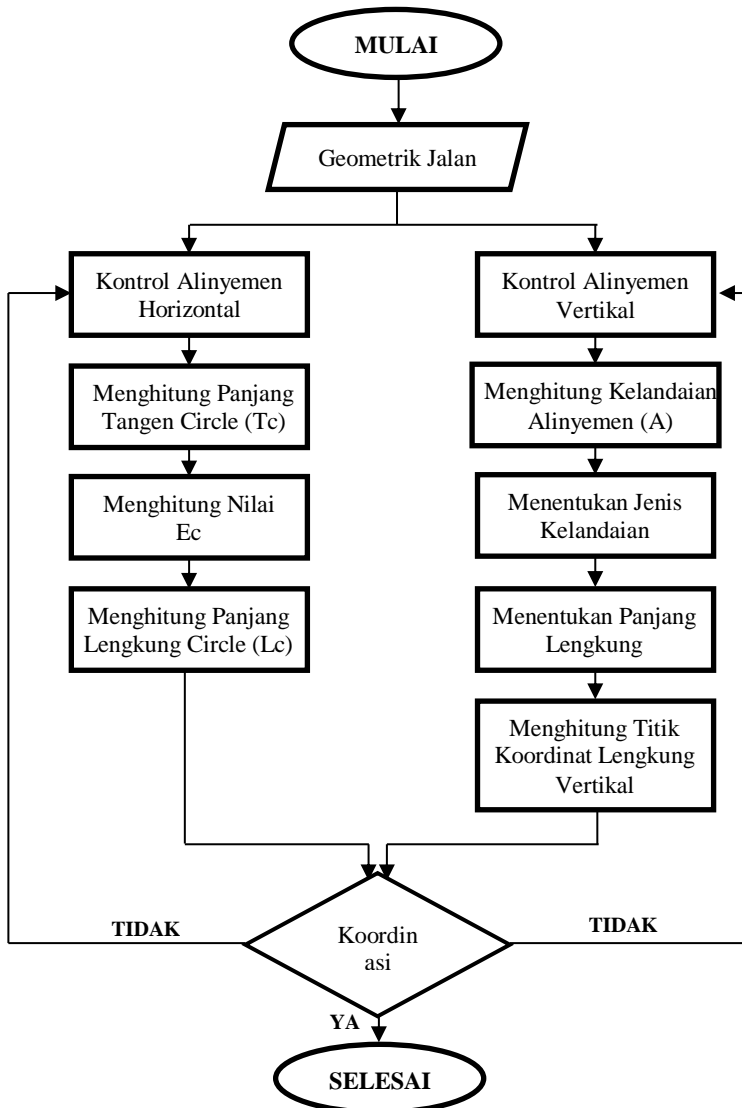




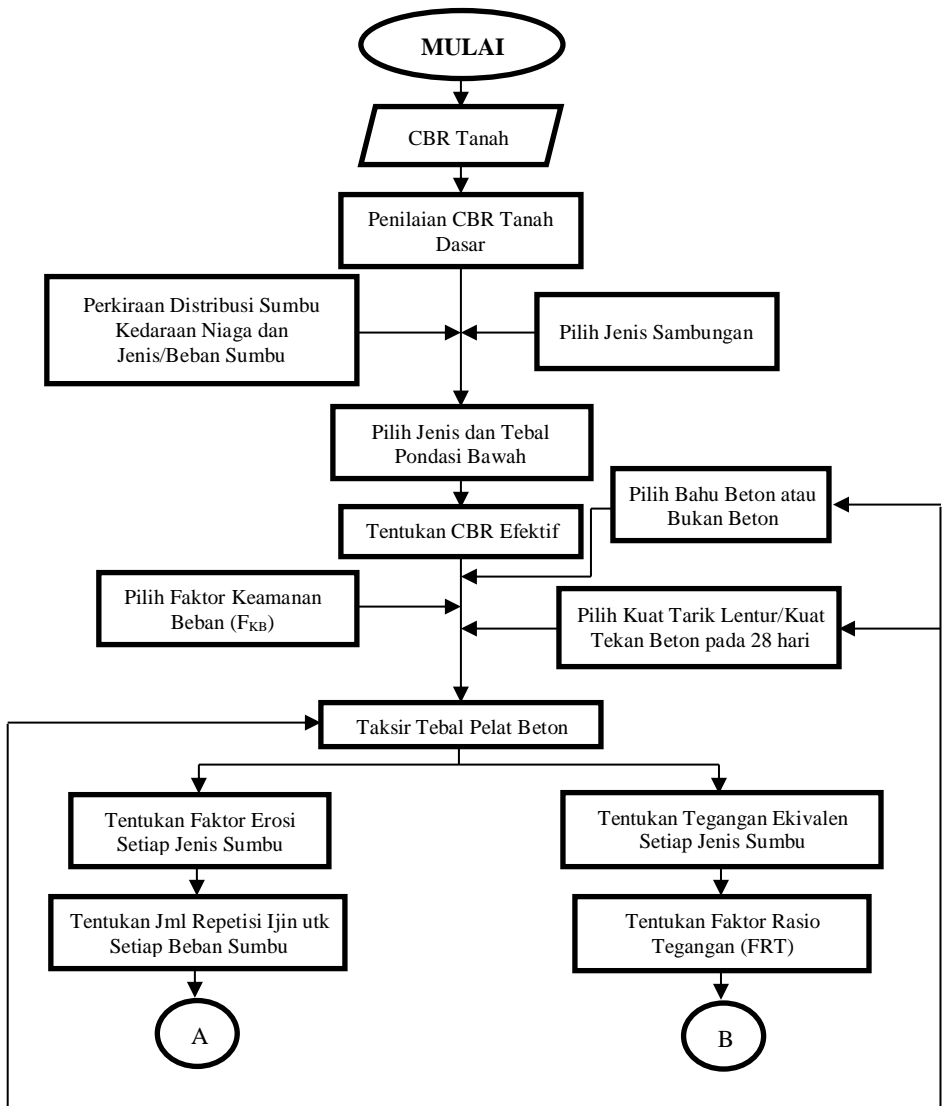
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi

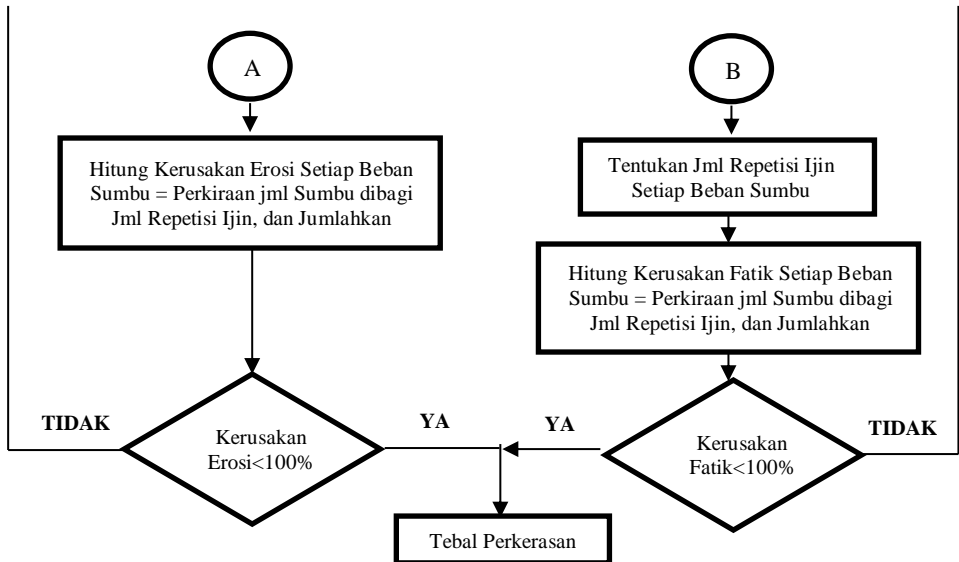


Gambar 3. 2 Diagram Alir Analisa Kapasitas Jalan

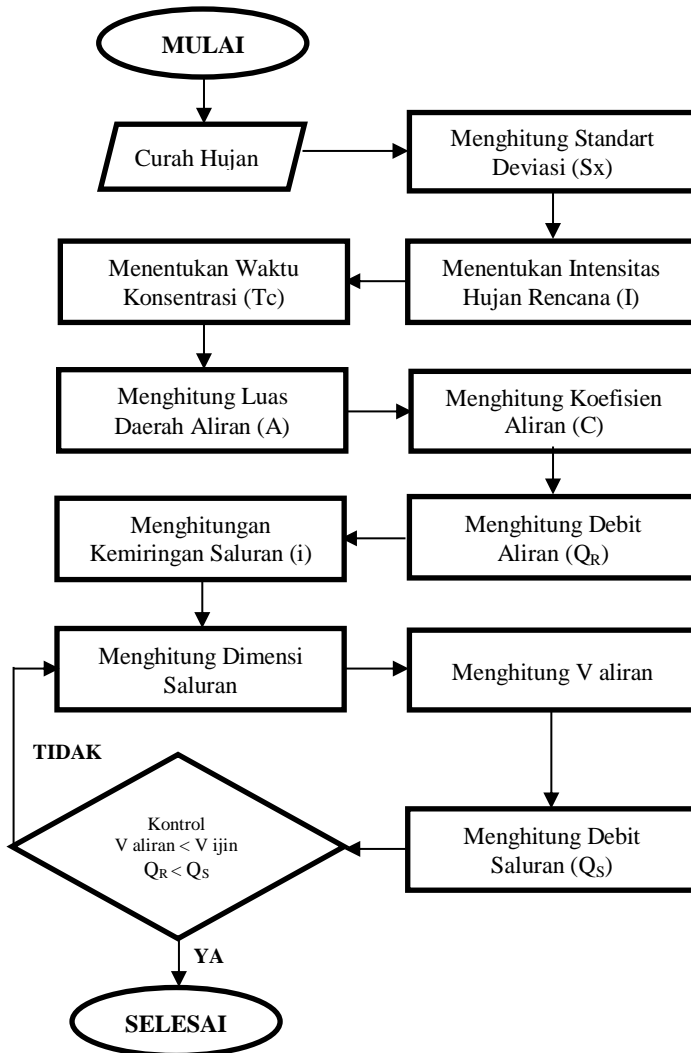


Gambar 3. 3 Diagram Alir Perencanaan Geometrik Jalan





Gambar 3. 4 Diagram Alir Perencanaan Tebal Perkerasan



Gambar 3. 5 Diagram Alir Perencanaan Drainase

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Umum

Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur kota Surabaya pada STA 6+000 s.d STA 9+000 mengacu pada sebagian data perencanaan yang sudah ada. Sebelum merencanakan suatu proyek jalan, terlebih dahulu dilakukan survei pada daerah jalan yang akan dibangun. Melalui hasil survei akan diketahui kondisi perkiraan jalan yang akan dibangun dan kemudian dilakukan penyusunan program perencanaan dan pelaksanaan.

Untuk mendukung perencanaan jalan, maka diberikan data-data kondisi jalan yang ada, antara lain :

- a. Peta Lokasi
- b. Data Geometrik Jalan
- c. Data CBR Tanah Dasar
- d. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)
- e. Data Curah Hujan
- f. Gambar Long Section

4.2. Pengumpulan Data

4.2.1. Peta Lokasi

Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) berada di kota Surabaya provinsi Jawa Timur. Jalan ini dimulai dari akses Jembatan Tol Suramadu hingga Gunung Anyar yang akan terhubung dengan Tol Waru-Juanda. Perencanaan jalan ini memiliki panjang 16 km dan lebar 60 m.

Penulis memilih jalan sepanjang 3 km yaitu pada STA 6+000 s.d STA 9+000 sebagai tugas akhir dengan judul “Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 s.d STA 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa

Timur Menggunakan Perkerasan Kaku” dimana jalan utama ini memiliki 6 lajur 2 arah terbagi (6/2D).

4.2.2. Data Geometrik Jalan

Tabel 4. 1 Data Geometrik Jalan

No.	Uraian	Satuan	Kriteria	Desain
1.	Tipe dan kelas		Bebas hambatan	Bebas hambatan
2.	Kecepatan rencana	km/jam	80 - 120	80
3.	Lebar lajur	m	3,5	3,6
4.	Lebar bahu jalan Bahu luar Bahu dalam	m m	3,5 0,5	3,5 0,5
5.	Lebar median minimal	m	1	1 – 15
6.	Kemiring melintang normal	%	2	2
7.	Superelevasi maksimum	%	6 – 10	6
8.	Jari-jari tikungan minimum	m	250	250
9.	Jarak antar persimpangan tidak sebidang	m	5	5
10.	Jalan samping	m	Dipersyaratkan untuk daerah perkotaan	Direncanakan dua sisi, lebar 6 m

Sumber : Laporan Akhir FS JLLT Surabaya 2013

4.2.3. Data CBR Tanah Asli

Uji tanah pada jalan Lingkar Luar Timur (LLT) dilakukan untuk mendapatkan data keadaan tanah berupa data CBR yang akan digunakan sebagai bahan perencanaan tebal perkerasan. Data CBR diperoleh dari test DCP (*Dynamic Cone Penetration*) yang dilaksanakan pada lokasi yang direncanakan.

Data CBR tersebut seperti tabel yang disajikan pada tabel 4.2

Tabel 4. 2 Data CBR Tanah Asli

No.	STA	CBR max	CBR mean	CBR min
1.	6+000	9,1	8,2	6,7
2.	7+750	15,5	10,5	6,2
3.	9+200	8,5	6,1	3,7

Sumber : Laporan Akhir FS JLLT Surabaya 2013

4.2.4. Data Lalu Lintas Harian (LHR)

Perkiraan volume lalu lintas yang akan melewati jalan Lingkar Luar Timur Surabaya di dasarkan atas beberapa pertimbangan sebagai berikut :

1. Data asal usul perjalanan.

Perkiraan volume lalu lintas menggunakan data matrik asal usul perjalanan yang bersumber dari hasil pekerjaan penyusunan Master Plan Transportasi Kota Surabaya 2017 dan O-D urvei tahun 2011.

2. Volume lalu lintas yang diperkirakan melewati jalan Lingkar Luar Timur diasumsikan bahwa jalan Lingkar Dalam Barat telah berfungsi, sehingga kedua ruas jalan ini akan berbagi dalam menerima beban lalu lintas yang berpindah dari ruas-ruas jalan paralel.
3. Data volume LHR jalan Tol yang berpindah.

Volume lalu lintas yang lewat jalan Tol Waru-Dupak diperkirakan sebagian akan berpindah melewati jalan Lingkar Luar Timur Surabaya.

4. Data volume jalan Arteri Paralel yang berpindah.

Jalan arteri paralel adalah jalan arteri kolektor koridor Utara-Setan kota Surabaya meliputi jalan A.Yani, Diponegoro, Pasar Kembang, Arjuno, Semarang, Perak barat, diperkirakan sebagian akan berpindah melewati jalan Lingkar Luar Timur Surabaya.

5. Perkiraan volume lalu lintas baru akibat perkembangan wilayah.

Perubahan jenis penggunaan lahan di sekitar koridor jalan Lingkar Luar Timur Surabaya akan mengakibatkan bertambahnya volume lalu lintas yang lewat jalan tersebut.

Tabel 4. 3 Data Volume Lalu Lintas Jalan Tol Waru-Dupak

No.	Gerbang Tol	Golongan					
		I	II	III	IV	V	Total
1.	Dupak 1	3.325.720	924.559	423.058	775.952	246.197	5.695.486
2.	Dupak 2	519.774	268.777	116.999	229.041	74.820	1.209.411
3.	Dupak 3	4.073.147	390.177	52.540	60.043	16.786	4.592.693
4.	Dupak 4	2.632.487	837.167	455.799	338.336	121.532	4.385.321
5.	Banyu Urip	826.565	256.593	70.018	32.238	14.280	1.199.694
6.	Kota Satelit	5.958.382	153.446	25.516	3.450	2.598	6.143.392
7.	Gunung Sari 1	1.415.119	75.614	24.014	2.581	488	1.517.776
8.	Gunung Sari 2	1.380.582	248.594	143.613	106.903	47.149	1.926.841
9.	Waru 1	6.736.393	922.788	392.389	430.877	162.684	8.645.131
10.	Sidoarjo 1	617.141	181.905	36.094	14.211	1.629	850.980
	Subtotal	27.485.310	4.259.620	1.740.040	1.993.632	688.163	36.166.725

Sumber : Laporan Akhir FS jalan LLT Surabaya 2013

Berdasarkan data hasil O-D survey dan RSI proporsi kendaraan yang menuju ke kawasan timur Surabaya, Suramadu, dan Madura sebesar 20% untuk kendaraan golongan I, II, dan III dan 9% untuk kendaraan golongan IV dan V. Sehingga berdasarkan data tersebut dan volume lalu lintas jalan Tol Waru-Dupak, maka volume LHR kendaraan yang berpindah ke jalan Lingkar Luar Timur kota Surabaya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Volume Lalu Lintas Gol. I} &= (20\% \times 27.485.310) / 365 \\ &= 15.061 \text{ kendaraan/hari}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan untuk Golongan II – V, lihat tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Estimasi Volume LHR Jalan Tol yang Berpindah

Golongan	Volume Lalu Lintas (kendaraan/hari)
I	15.061
II	2.335
III	953
IV	492
V	170

Sumber : Laporan Akhir FS jalan LLT Surabaya 2013

Keterangan :

- Golongan I = Mobil, pick up
- Golongan II = Truk dengan 2 as
- Golongan III = Truk dengan 3 as
- Golongan IV = Truk dengan 4 as
- Golongan V = Truk dengan 5 as

Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) Surabaya didesain sebagai jalan bebas hambatan, dengan jenis kendaraan yang digolongkan sebagai berikut :

Mobil (LV) = Golongan I + Golongan II

Truk kecil-sedang (MHV) = Golongan III

Truk besar (LT) = Golongan IV+Golongan V

Sehingga perkiraan volume lalu lintas untuk jalan Lingkar Luar Timur Surabaya tahun 2013 adalah sebagai berikut yang di tunjukkan seperti dalam tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Perkiraan Volume LHR Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya Tahun 2013

Uraian	Mobil (kend/hari)	Truk Kecil- Sedang (kend/hari)	Truk Besar (kend/hari)
Asal LHR dari jalan Tol	17.396	953	662
Asal LHR dari Matrik O-D	26.701	-	-
Asal LHR kendaraan berat dari jalan arteri paralel	-	-	5.902
Jumlah	44.097	953	6.564

Sumber : Laporan Akhir FS jalan LLT Surabaya 2013

Pertumbuhan lalu lintas jalan Lingkar Luar Timur Surabaya yaitu :

a. Mobil (LV) = 4% per tahun

b. Truk Kecil-Sedang (MHV) = 5% per tahun

c. Truk Besar (LT) = 5% per tahun

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Volume LHR Jalan Lingkar Luar Timur

Tahun	LHR (kend/hari)			Total
	LV	MHV	LT	
2013	44097	953	6564	51614
2014	45861	1001	6892	53754
2015	47696	1051	7237	55983
2016	49603	1103	7599	58305
2017	51587	1158	7979	60724
2018	53651	1216	8378	63245
2019	55797	1277	8796	65871
2020	58029	1341	9236	68606
2021	60350	1408	9698	71456
2022	62764	1478	10183	74425
2023	65275	1552	10692	77519
2024	67886	1630	11227	80742
2025	70601	1711	11788	84100
2026	73425	1797	12377	87600
2027	76362	1887	12996	91245
2028	79417	1981	13646	95044
2029	82593	2080	14328	99002
2030	85897	2184	15045	103126
2031	89333	2294	15797	107423
2032	92906	2408	16587	111901
2033	96622	2529	17416	116567
2034	100487	2655	18287	121429
2035	104507	2788	19201	126496
2036	108687	2927	20161	131776
2037	113035	3074	21170	137278
2038	117556	3227	22228	143011

Sumber : Hasil Perhitungan

Namun, karena jumlah mobil yang melewati jalan Lingkar Luar Timur Surabaya pada ruas jalan *mainraod* dengan *frontage* tidak diketahui, maka diasumsikan pada akhir umur rencana 20 tahun kedepan sebesar 30% *mainraod* dan 70% *frontage* untuk mencapai $DS \leq 0,750$.

Sehingga didapat data sebagai berikut yang disajikan pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Perkiraan Volume LHR Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya Tahun 2038

Jenis Kendaraan	Volume Lalu Lintas (kendaraan/hari)
LV	117.556
MHV	3.227
LT	22.228

4.2.5. Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu satuan waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data ini diperoleh dari buku Laporan Akhir Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya Dinas PU. Kota Surabaya. Data curah hujan ini digunakan untuk perencanaan saluran tepi. Data curah hujan dari pengamatan didapat curah hujan rata-rata selama 10 tahun terakhir.

Data Curah Hujan tersebut seperti tabel yang disajikan pada tabel 4.8 sebagai berikut :

Tabel 4. 8 Data Curah Hujan Harian Rata-Rata

No.	Tahun	Hujan Harian Rata-rata (mm)		
		Gubeng	Keputih	Wonorejo
1.	2006	68	102	115
2.	2007	86	58	76
3.	2008	89	110	85
4.	2009	106	140	90
5.	2010	104	127	153
6.	2011	98	90	71
7.	2012	86	120	68
8.	2013	106	90	98
9.	2014	81	78	94
10.	2015	70	85	95

Sumber : Laporan Akhir FS JLLT Surabaya 2013

4.2.6. Gambar Long Section

Gambar *long section* dan *cross section* digunakan untuk mengecek persamaan kondisi lapangan eksisting dengan gambar perencanaan serta berfungsi untuk mengecek arah aliran saluran dan bangunan sekitar.

Gambar *long section* dan *cross section* terlampir pada lampiran gambar 3 – gambar 27.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

ANALISA PERHITUNGAN DATA

5.1. Analisa Data Lalu Lintas

a. Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat tipe alinyemen pada daerah perencanaan. Dari perhitungan tipe alinyemen, jalan Lingkar Luar Timur Surabaya memiliki tipe alinyeme jalan datar.

Tabel 5. 1 Kapasitas Dasar (Co)

Tipe Jalan Bebas Hambatan / Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar (smp/jam/lajur)
Empat dan enam lajur terbagi	
Datar	2300
Bukit	2250
Gunung	2150

Sumber : MKJI 1997

b. Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas dapat ditentukan dengan menggunakan tabel yang disajikan pada tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Tipe Jalan Bebas Hambatan	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas Wc (m)	FCw
Empat-lajur terbagi	Per lajur	
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Enam-lajur terbagi		

Sumber : MKJI 1997

Dari tabel diatas untuk tipe jalan 6/2D dengan lebar lajur 3,6 meter, didapat nilai $FC_w = 1,012$.

- c. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{sp})

Dari tabel faktor penyesuaian pemisah arah untuk tipe jalan 6/2D dengan pemisah arah 50% - 50% didapat nilai $FC_{sp} = 1,00$.

- d. Menentukan Nilai Kapasitas (C)

Nilai kapasitas (C) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \\ &= 3 \text{ lajur} \times 2300 \text{ smp/jam/lajur} \times 1,012 \times 1 \\ &= 6983 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

- e. Menentukan Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah rasio antara total arus (smp/jam) dan kapasitas (smp/jam). Nilai derajat kejenuhan menunjukkan kemampuan segmen jalan untuk menampung arus lalu lintas, dengan $DS > 0,75$.

KAJI -- MOTORWAYS		Province	Jawa Timur		Date	: 24 Februari 2017	
Form MW-2: Input		Link number:	UR1		Handled by :		
TRAFFIC FLOW		Segment code:	STA 6+000		Checked by :	Ir.Dunat Indratmo,MT	
		Motorway Name	Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya				
		Segment between	Mulyorejo and Sukolilo				
Purpose: Planning		Road type	:	6/2D	Length (km)	:	3.000
		Time period:	:	2019	Case number:	:	1

TRAFFIC DATA:

CASE A : Mulyorejo

Type of traffic data	ANNUAL AVERAGE DAILY TRAFFIC	DIRECTIONAL SPLIT
AADT(Aver per day)	AADT (veh/day)	Dir1 - Dir2 (default: 50 - 50)
(Class/Aadt/UNclass)	K-factor (default: 0.11)	50 - 50 %
	65871	0.1100

Traffic Composition (%)	LV (%)	MHV (%)	LB (%)	LT (%)	Total (%)	
User values	84.71	1.940	0.000	13.35	100.0	
(normal values)	(63.0)	(25.0)	(8.0)	(4.0)	(100.0)	

LV = Light Vehicle
MHV = Medium Heavy Vehicle
LB = Large Bus
LT = Large Truck

Traffic flow data for whole segment analysis:

Row	Direction	Light Vehicle	Med Heavy Veh	Large Bus	Large Truck	Total flow Q						
1.1		pce,1= 1.00	pce,1= 1.51	pce,1= 1.64	pce,1= 2.35							
1.2		pce,2= 1.00	pce,2= 1.51	pce,2= 1.64	pce,2= 2.35							
2	(1)	veh/h (2)	pcu/h (3)	veh/h (4)	pcu/h (5)	veh/h (6)	pcu/h (7)	veh/h (8)	pcu/h (9)	Split (%) (12)	veh/h (13)	pcu/h (14)
3	Dir1	3069	3069	70	106	0	0	484	1138	50.00	3623	4313
4	Dir2	3069	3069	70	106	0	0	484	1138	50.00	3623	4313
5	Dir1+2	6138	6138	140	212	0	0	968	2276		7246	8626
6	Note.	If specific grade then direction1= uphill, direction2= downhill					Directional split,SP=Q1/(Q1+Q2)=		50.00%	50.00%		
7							Pcu-factor, Fpcu =			1.190		

CASE B :

Type of traffic data	ANNUAL AVERAGE DAILY TRAFFIC	DIRECTIONAL SPLIT
CLASSIFIED-HOURLY	AADT (veh/day)	Dir1 - Dir2 (normal: 50 - 50)
(Class/Aadt/UNclass)	K-factor (normal: 0.11)	NA - NA %

Traffic Composition (%)	LV (%)	MHV (%)	LB (%)	LT (%)	Total (%)	
User values	NA	NA	NA	NA	NA	
(normal values)	(63.0)	(25.0)	(8.0)	(4.0)	(100.0)	

LV = Light Vehicle
MHV = Medium Heavy Vehicle
LB = Large Bus
LT = Large Truck

Traffic flow data for whole segment analysis:

Row	Direction	Light Vehicle	Med Heavy Veh	Large Bus	Large Truck	Total flow Q						
1.1		pce,1= 1.00	pce,1= 1.20	pce,1= 1.20	pce,1= 1.60							
1.2		pce,2= 1.00	pce,2= 1.20	pce,2= 1.20	pce,2= 1.60							
2	(1)	veh/h (2)	pcu/h (3)	veh/h (4)	pcu/h (5)	veh/h (6)	pcu/h (7)	veh/h (8)	pcu/h (9)	Split (%) (12)	veh/h (13)	pcu/h (14)
3	Dir1	0	0	0	0	0	0	0	0	NA	0	0
4	Dir2	0	0	0	0	0	0	0	0	NA	0	0
5	Dir1+2	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
6	Note.	If specific grade then direction1= uphill, direction2= downhill					Directional split,SP=Q1/(Q1+Q2)=		NA%	NA%		
7							Pcu-factor, Fpcu =			NA		

Program version 1.10F Date of run: 170418/11:09

KAJI -- MOTORWAYS		Province		Jawa Timur		Date		24 Februari 2017	
Form MW-3: Analysis		Link number:		UR1		Handled by :			
SPEED, CAPACITY		Segment code:		STA 6+000		Checked by :		Ir.Dunat Indratmo,MT	
		Motorway Name		Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya					
		Segment between		Mulyorejo and Sukolilo					
Purpose: Planning		Road type		: 6/2D		Length (km)		: 3.000	
		Time period:		2019		Case number:		1	

FREE FLOW SPEEDS												
Option to enter free flow speeds, case A: Yes; case B: Yes												
Case	Direc-tion	Base free-flow speeds FV0 (km/h) Tab B-1:1 or B-1:2				Adjustment, carriageway and shoulder width, FVw Table B-2:1 (km/h) (3)	FV0+FVw Light vehicle (2)+(3) (km/h) (4)	Actual free-flow speeds (km/h)				User FFV input:
		Light veh. (2)	Other vehicles					Light vehicle (4*5*6) (7)	Other vehicle types			
			MHV	LB	LT				MHV	LB	LT	
A	1	91.0	71.0	93.0	66.0	0.8	91.8	88.00	68.65	89.93	63.82	LV
	2	91.0	71.0	93.0	66.0	0.8	91.8	88.00	68.65	89.93	63.82	LV
B	1	91.0	71.0	93.0	66.0	0.8	91.8	88.00	68.65	89.93	63.82	LV
	2	91.0	71.0	93.0	66.0	0.8	91.8	88.00	68.65	89.93	63.82	LV

Comments: Table B-1:1 used to get base free flow speed!

CAPACITY, $C = C_o \times FCW \times FCsp$						
Case	Direc-tion	Base Capacity		Adjustment factors for capacity		Actual capacity C (11) * (12) * (13) (15)
		C _o Table C-1:1 pcu/h (11)	Carriageway width FCW Table C-2:1 (12)	Directional split FCsp Table C-3:1 (13)		
A	1	6900	1.012	1.000	6983	
	2	6900	1.012	1.000	6983	
B	1	6900	1.012	1.000	6983	
	2	6900	1.012	1.000	6983	

ACTUAL SPEED AND TRAVEL TIME for light vehicles										DEGREE OF BUNCHING	
Ca-se	Di-rec-tion	Traffic flow, Q Form IR-2 pcu/h (21)	Degree of saturation DS=Q/C (21)/(15) (22)	Actual speed, Vlv Fig D2:1/2 km/h (23)	Road segment length L, km (24)	Travel time,TT (24)/(23) sec (25)	ACTUAL SPEEDS other vehicles (km/h)			Di-rec-tion DB Fig D3:1 (31)	
							MHV	LB	LT		
A	1	4313	0.618	68.80	3.000	156.96	53.68	70.31	49.90		
	2	4313	0.618	68.80	3.000	156.96	53.68	70.31	49.90		
B	1	0	0.000	88.00	3.000	122.73	68.65	89.93	63.82		
	2	0	0.000	88.00	3.000	122.73	68.65	89.93	63.82		

Space for user remark:

Only 2/2UD roads

Program version 1.10F	Date of run: 170418/11:09
-----------------------	---------------------------

KAJI -- MOTORWAYS		Province	Jawa Timur	Date	: 24 Februari 2017
Form MW-2: Input		Link number:	UR20	Handled by :	
		Segment code:	STA 6+000	Checked by :	Ir.Dunat Indratmo,MT
TRAFFIC FLOW		Motorway Name Segment between			
		Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya Mulyorejo and Sukolilo			
Purpose: Planning		Road type	: 6/2D	Length (km)	: 3.000
		Time period:	2038	Case number:	1

TRAFFIC DATA:

CASE A : Mulyorejo

Type of traffic data	ANNUAL AVERAGE DAILY TRAFFIC AADT (veh/day)	K-factor (default: 0.11)	DIRECTIONAL SPLIT Dir1 - Dir2 (default: 50 - 50)
AADT(Aver per day)	60955	0.1100	50 - 50 %
(Class/AADT/UNclass)			

Traffic Composition(%)	LV (%)	MHV (%)	LB (%)	LT (%)	Total (%)
User values	58.24	5.290	0.000	36.47	100.0
(normal values)	(63.0)	(25.0)	(8.0)	(4.0)	(100.0)

LV = Light Vehicle
MHV = Medium Heavy Vehicle
LB = Large Bus
LT = Large Truck

Traffic flow data for whole segment analysis:

Row	Direction	Light Vehicle		Med Heavy Veh		Large Bus		Large Truck		Total flow Q		
1.1	1.2	pce,1= 1.00 pce,2= 1.00		pce,1= 1.59 pce,2= 1.59		pce,1= 1.69 pce,2= 1.69		pce,1= 2.48 pce,2= 2.48		Split (%) (12)	veh/h (13)	pcu/h (14)
2		(1)	veh/h (2)	pcu/h (3)	veh/h (4)	pcu/h (5)	veh/h (6)	pcu/h (7)	veh/h (8)			
3	Dir1	1953	1953	177	282	0	0	1223	3038	50.00	3353	5273
4	Dir2	1953	1953	177	282	0	0	1223	3038	50.00	3353	5273
5	Dir1+2	3906	3906	354	564	0	0	2446	6076		6706	10546
6	Note. If specific grade then	direction1= uphill, direction2= downhill					Directional split,SP=Q1/(Q1+Q2)=			50.00%	50.00%	1.572
7							Pcu-factor, Fpcu =					

CASE B :

Type of traffic data	ANNUAL AVERAGE DAILY TRAFFIC AADT (veh/day)	K-factor (normal: 0.11)	DIRECTIONAL SPLIT Dir1 - Dir2 (normal: 50 - 50)
CLASSIFIED-HOURLY			NA - NA %
(Class/AADT/UNclass)			

Traffic Composition(%)	LV (%)	MHV (%)	LB (%)	LT (%)	Total (%)
User values	NA	NA	NA	NA	NA
(normal values)	(63.0)	(25.0)	(8.0)	(4.0)	(100.0)

LV = Light Vehicle
MHV = Medium Heavy Vehicle
LB = Large Bus
LT = Large Truck

Traffic flow data for whole segment analysis:

Row	Direction	Light Vehicle		Med Heavy Veh		Large Bus		Large Truck		Total flow Q		
1.1	1.2	pce,1= 1.00 pce,2= 1.00		pce,1= 1.20 pce,2= 1.20		pce,1= 1.20 pce,2= 1.20		pce,1= 1.60 pce,2= 1.60		Split (%) (12)	veh/h (13)	pcu/h (14)
2		(1)	veh/h (2)	pcu/h (3)	veh/h (4)	pcu/h (5)	veh/h (6)	pcu/h (7)	veh/h (8)			
3	Dir1	0	0	0	0	0	0	0	0	NA	0	0
4	Dir2	0	0	0	0	0	0	0	0	NA	0	0
5	Dir1+2	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
6	Note. If specific grade then	direction1= uphill, direction2= downhill					Directional split,SP=Q1/(Q1+Q2)=			NA%	NA%	NA
7							Pcu-factor, Fpcu =					

Program version 1.10F	Date of run: 170505/16:20
-----------------------	---------------------------

KAJI -- MOTORWAYS		Province		Jawa Timur		Date		: 24 Februari 2017	
Form MW-3: Analysis		Link number:		UR20		Handled by :			
		Segment code:		STA 6+000		Checked by :		Ir.Dunat Indratmo,MT	
SPEED, CAPACITY		Motorway Name		Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya					
		Segment between		Mulyorejo and Sukolilo					
Purpose: Planning		Road type		: 6/2D		Length (km)		: 3.000	
		Time period:		2038		Case number:		1	

FREE FLOW SPEEDS												
Option to enter free flow speeds, case A: Yes; case B: Yes												
Case	Direction	Base free-flow speeds FVo (km/h) Tab B-1:1 or B-1:2				Adjustment, carriageway width, and shoulder width, FVw Table B-2:1 (km/h) (3)	FVo+FVw Light vehicle (2)+(3) (km/h) (4)	Actual free-flow speeds (km/h)				User FFV input:
		Light veh. (2)	Other vehicles					Light vehicle (4*5*6) (7)	Other vehicle types			
			MHV	LB	LT				MHV	LB	LT	
A	1	91.0	71.0	93.0	66.0	0.8	91.8	88.00	68.65	89.93	63.82	LV
	2	91.0	71.0	93.0	66.0	0.8	91.8	88.00	68.65	89.93	63.82	LV
B	1	91.0	71.0	93.0	66.0	0.8	91.8	88.00	68.65	89.93	63.82	LV
	2	91.0	71.0	93.0	66.0	0.8	91.8	88.00	68.65	89.93	63.82	LV

Comments: Table B-1:1 used to get base free flow speed!

CAPACITY, $C = C_o \times FCw \times FCsp$						
Case	Direction	Base Capacity		Adjustment factors for capacity		Actual capacity C (pcu/h) (11) * (12) * (13) (15)
		Co Table C-1:1 pcu/h (11)	Carriageway width FCw Table C-2:1 (12)	Directional split FCsp Table C-3:1 (13)		
A	1	6900	1.012	1.000	6983	
	2	6900	1.012	1.000	6983	
B	1	6900	1.012	1.000	6983	
	2	6900	1.012	1.000	6983	

ACTUAL SPEED AND TRAVEL TIME for light vehicles										DEGREE OF BUNCHING			
Case	Direction	Traffic flow, Q Form IR-2 pcu/h (21)	Degree of saturation DS=Q/C (21)/(15) (22)	Actual speed, Vlv Fig D2:1/2 km/h (23)	Road segment length L, km (24)	Travel time, TT (24)/(23) sec (25)	ACTUAL SPEEDS other vehicles (km/h)			Degree of bunching DB Fig D3:1 (31)			
							MHV	LB	LT				
A	1	5273	0.755	62.76	3.000	172.06	48.97	64.14	45.52				
	2	5273	0.755	62.76	3.000	172.06	48.97	64.14	45.52				
B	1	0	0.000	88.00	3.000	122.73	68.65	89.93	63.82				
	2	0	0.000	88.00	3.000	122.73	68.65	89.93	63.82				

Space for user remark:

Only 2/2UD roads

Program version 1.10F	Date of run: 170505/16:20
-----------------------	---------------------------

Hasil perhitungan DS menggunakan tabel dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5. 5 Rekapitulasi Perhitungan DS

Tahun	Total	DS
2013	51614	0.478
2014	53754	0.501
2015	55983	0.525
2016	58305	0.550
2017	60724	0.577
2018	63245	0.599
2019	65871	0.618
2020	68606	0.636
2021	71456	0.655
2022	74425	0.673
2023	77519	0.698
2024	80742	0.728
2025	84100	0.759
2026	82274	0.750
2027	81783	0.751
2028	81127	0.751
2029	80409	0.751
2030	79729	0.751
2031	78891	0.751
2032	78195	0.752
2033	77445	0.753
2034	76542	0.753
2035	75689	0.754
2036	72389	0.755
2037	64743	0.755
2038	60955	0.755

Sumber : Hasil Perhitungan

5.2. Kontrol Geometrik Jalan

Dalam perencanaan jalan perlu dilakukan kontrol terhadap geometrik jalan untuk kenyamanan dan keselamatan jalan. Pada Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya, terdapat tipe geometrik yang dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Alinyemen Horizontal
2. Alinyemen Vertikal

5.2.1. Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung (tikungan) yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan saat melaju dengan kecepatan tertentu. Dari data yang ada pada Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya STA 6+000 s.d 9+000 terdapat 4 tikungan, yaitu pada STA 6+492,787; STA 7+360,694; STA 8+207,582 dan STA 9+307,898.

Berikut ini adalah perhitungan masing-masing tikungan :

1. Full Circle STA 6+492,787

Perhitungan tikungan pada STA 6+492,787 diperoleh data perencanaan dari *DED* Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya :

Rc	= 5000 m
T	= 130,75 m
Ls	= 0 m
Lc	= 261,45 m
E	= 1,7 m
V	= 80 km/jam
A	= 0 m
L	= 261,45 m
Δ	= 2,9961 ⁰
em	= 0,08

$$f_m = 0,14$$

Menentukan nilai R min

Nilai R min dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{v^2}{127 (e_m + f_m)} \\ &= \frac{80^2}{127 (0,08 + 0,14)} = 229,06 \text{ m} \end{aligned}$$

$$R_c > R_{\min}$$

$$5000 \text{ m} > 229,06 \text{ m (Memenuhi)}$$

$$R_{\min} = 900 \text{ m (untuk } V = 80 \text{ km/jam)}$$

$$R_c > R_{\min}$$

$$5000 \text{ m} > 900 \text{ m (Memenuhi)}$$

Menentukan nilai T

Nilai T dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} T &= R_c \tan\left(\frac{1}{2} \Delta\right) \\ &= 5000 \tan\left(\frac{1}{2} \times 2,9961\right) = 130,76 \text{ m} \end{aligned}$$

Kontrol T

$$T_{\text{perhitungan}} = T_{\text{lapangan}}$$

$$130,76 \text{ m} = 130,75 \text{ m (Memenuhi)}$$

Menentukan nilai E

Nilai E dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} E &= T \tan\left(\frac{1}{4} \Delta\right) \\ &= 130,76 \tan\left(\frac{1}{2} \times 2,9961\right) = 1,71 \text{ m} \end{aligned}$$

Kontrol E

$$E_{\text{perhitungan}} = E_{\text{lapangan}}$$

$$1,7 \text{ m} = 1,7 \text{ m (Memenuhi)}$$

Menentukan nilai L_{total}

Nilai L_{total} dapat dihitung menggunakan rumus :

$$L_{\text{total}} = \frac{\Delta}{360} \times 2 \times \pi \times R_c$$

$$= \frac{2,9961}{360} \times 2 \times \pi \times 5000 = 261,33 \text{ m}$$

Kontrol L_{total}

$$\begin{aligned} L_{\text{total}} \text{ perhitungan} &= L_{\text{total}} \text{ lapangan} \\ 261,33 \text{ m} &= 261,45 \text{ m (Memenuhi)} \end{aligned}$$

2. Full Circle STA 7+360,694

Perhitungan tikungan pada STA 7+360,694 diperoleh data perencanaan dari *DED* Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya :

$$\begin{aligned} R_c &= 3822,601 \text{ m} \\ T &= 197,872 \text{ m} \\ L_s &= 0 \text{ m} \\ L_c &= 395,191 \text{ m} \\ E &= 5,118 \text{ m} \\ V &= 80 \text{ km/jam} \\ A &= 0 \text{ m} \\ L &= 395,191 \text{ m} \\ \Delta &= 5,926^0 \\ em &= 0,06 \\ fm &= 0,14 \end{aligned}$$

Menentukan nilai R_{min}

Nilai R_{min} dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} R_{\text{min}} &= \frac{V^2}{127 (em + fm)} \\ &= \frac{80^2}{127 (0,06 + 0,14)} = 251,969 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_c &> R_{\text{min}} \\ 3822,601 \text{ m} &> 251,969 \text{ m (Memenuhi)} \end{aligned}$$

$$R_{\text{min}} = 900 \text{ m (untuk } V = 80 \text{ km/jam)}$$

$$\begin{aligned} R_c &> R_{\text{min}} \\ 3822,601 \text{ m} &> 900 \text{ m (Memenuhi)} \end{aligned}$$

Menentukan nilai T

Nilai T dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} T &= R_c \tan\left(\frac{1}{2} \Delta\right) \\ &= 3822,601 \tan\left(\frac{1}{2} \times 5,926\right) = 197,872 \text{ m} \end{aligned}$$

Kontrol T

T perhitungan = T lapangan

$$197,872 \text{ m} = 197,872 \text{ m (Memenuhi)}$$

Menentukan nilai E

Nilai E dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} E &= T \tan\left(\frac{1}{4} \Delta\right) \\ &= 197,872 \tan\left(\frac{1}{2} \times 5,926\right) = 5,118 \text{ m} \end{aligned}$$

Kontrol E

E perhitungan = E lapangan

$$5,118 \text{ m} = 5,118 \text{ m (Memenuhi)}$$

Menentukan nilai L_{total}

Nilai L_{total} dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} L_{\text{total}} &= \frac{\Delta}{360} \times 2 \times \pi \times R_c \\ &= \frac{5,926}{360} \times 2 \times \pi \times 3822,601 = 395,191 \text{ m} \end{aligned}$$

Kontrol L_{total}

L_{total} perhitungan = L_{total} lapangan

$$395,191 \text{ m} = 395,191 \text{ m (Memenuhi)}$$

3. Full Circle STA 8+207,582

Perhitungan tikungan pada STA 8+207,582 diperoleh data perencanaan dari *DED* Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya :

$$R_c = 5000 \text{ m}$$

$$T_s = 72,74 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 L_s &= 0 \text{ m} \\
 L_c &= 145,47 \text{ m} \\
 E_s &= 0,52 \text{ m} \\
 V &= 80 \text{ km/jam} \\
 A &= 0 \text{ m} \\
 L &= 145,47 \text{ m} \\
 \Delta &= 1,6669^0 \\
 e_m &= 0,08 \\
 f_m &= 0,14
 \end{aligned}$$

Menentukan nilai R min

Nilai R min dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 R_{\min} &= \frac{V^2}{127 (e_m + f_m)} \\
 &= \frac{80^2}{127 (0,08 + 0,14)} = 229,06 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_c &> R_{\min} \\
 5000 \text{ m} &> 229,06 \text{ m (Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$R_{\min} = 900 \text{ m (untuk } V = 80 \text{ km/jam)}$$

$$\begin{aligned}
 R_c &> R_{\min} \\
 5000 \text{ m} &> 900 \text{ m (Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Menentukan nilai T

Nilai T dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 T &= R_c \tan\left(\frac{1}{2} \Delta\right) \\
 &= 5000 \tan\left(\frac{1}{2} \times 1,6669\right) = 72,74 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kontrol T

$$\begin{aligned}
 T_{\text{perhitungan}} &= T_{\text{lapangan}} \\
 72,74 \text{ m} &= 72,74 \text{ m (Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Menentukan nilai E

Nilai E dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 E &= T \tan\left(\frac{1}{4} \Delta\right) \\
 &= 72,74 \tan\left(\frac{1}{2} \times 1,6669\right) = 0,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kontrol E

$$\begin{aligned}
 E \text{ perhitungan} &= E \text{ lapangan} \\
 0,5 \text{ m} &= 0,52 \text{ m (Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Menentukan nilai L_{total}

Nilai L_{total} dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 L_{\text{total}} &= \frac{\Delta}{360} \times 2 \times \pi \times R_c \\
 &= \frac{1,6669}{360} \times 2 \times \pi \times 5000 = 145,39 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kontrol L_{total}

$$\begin{aligned}
 L_{\text{total}} \text{ perhitungan} &= L_{\text{total}} \text{ lapangan} \\
 145,39 \text{ m} &= 145,47 \text{ m (Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

5.2.2. Alinyemen Vertikal**1. STA 6+011,454**

$$\begin{aligned}
 \text{Pvi Elv x} &= 16,616 \text{ m} \\
 \text{Pvi Elv y} &= 9,844 \text{ m} \\
 \text{Pvi Elv z} &= 10,451 \text{ m} \\
 \text{Jarak xy} &= 6011,454 - 5785,732 \\
 &= 225,722 \\
 \text{Jarak yz} &= 6506,459 - 6011,454 \\
 &= 495,005 \text{ m} \\
 G1 &= \left(\frac{\text{Pvi Elv y} - \text{Pvi Elv x}}{\text{Jarak xy}} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{9,844 - 16,616}{225,722} \right) \times 100\% \\
 &= -3,00 \% \\
 G2 &= \left(\frac{\text{Pvi Elv z} - \text{Pvi Elv y}}{\text{Jarak yz}} \right) \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= \left(\frac{10,451 - 9,844}{495,005} \right) \times 100\%$$

$$= 0,123 \%$$

V	= 80 km/jam
STA PPV	= 6011,454 m
Elv PPV	= 9,844 m
JPH	= 130 m
JPM	= 550 m
A	= G2 – G1
	= 0,123 % – (– 3,00 %)
	= 3,123 % (Cekung)

Mencari Panjang (L)

- a. Berdasarkan JPH

JPH < L, Rumus

$$L = \frac{A \times JPH^2}{120 + (3,5 \times JPH)}$$

$$L = \frac{3,12 \times 130^2}{120 + (3,5 \times 130)} = 91,782 \text{ m (Tidak Memenuhi)}$$

- b. Berdasarkan Bentuk Visual

$$L = \frac{A \times V^2}{380}$$

$$L = \frac{3,12 \times 80^2}{380} = 52,594 \text{ m}$$

- c. Berdasarkan Ketentuan Drainase

$$L = 50 \times A$$

$$L = 50 \times 3,12 = 156,139 \text{ m}$$

- d. Berdasarkan Keluesan

$$L = 0,6 \times V$$

$$L = 0,6 \times 80 = 48 \text{ m}$$

L menggunakan L lapangan = 95 m

Kontrol L

$$A = \frac{150 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{S}$$

$$= \frac{150 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{0,1})^2}{130} = 2,374$$

$$A > A$$

$$3,123 > 2,374 \longrightarrow \text{Maka, } S < L$$

$$L_{\min} = \frac{A \times S^2}{120 + 3,5 \times S} = \frac{3,123 \times 130^2}{120 + 3,5 \times 130} = 91,78$$

$$L_{\text{lap}} > L_{\min}$$

$$95 > 91,78 \text{ (Memenuhi)}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - 0,5 \times L \\ &= 6011,454 - 0,5 \times 95 = 5963,954 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv PLV} &= \text{Elv PPV} + G_1 \times 0,5 \times L \\ &= 9,844 + 0,03 \times 0,5 \times 95 = 11,269 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + 0,5 \times L \\ &= 6011,454 + 0,5 \times 95 = 6058,954 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv PTV} &= \text{Elv PPV} + G_2 \times 0,5 \times L \\ &= 9,844 + 0,0012 \times 0,5 \times 95 = 9,786 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar STA (X)} = \frac{L}{4} = \frac{95}{4} = 23,75 \text{ m}$$

Ditinjau dari PLV

$$\text{STA } 5963,954 + 23,75 = 5987,704$$

$$X = 23,75 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Y'1 &= \frac{A X^2}{200 \times L} \\ &= \frac{3,12 \times 23,75^2}{200 \times 95} = 0,093 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} + G_1 \times X) - Y'1 \\ &= (11,269 + (-0,0030) \times 23,75) - 0,093 \\ &= 10,649 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{STA } 5963,954 + (2 \times 23,75) = 6011,454$$

$$X = 47,50 \text{ m}$$

$$Y'2 = \frac{A X^2}{200 \times L}$$

$$= \frac{3,12 \times 47,50^2}{200 \times 95} = 0,371 \text{ m}$$

$$\text{Elv} = (\text{Elv PLV} + G1 \times X) - Y^2$$

$$= 11,269 + (-0,0030) \times 47,50 - 0,371$$

$$= 10,215 \text{ m}$$

Ditinjau dari PPV

$$\text{STA } 6011,454 + 23,75 = 6037,204$$

$$X = 23,75 \text{ m}$$

$$Y^2 = \frac{A \times X^2}{200 \times L}$$

$$= \frac{3,12 \times 23,75^2}{200 \times 95} = 0,093 \text{ m}$$

$$\text{Elv} = (\text{Elv PPV} + G2 \times X) - Y^2$$

$$= 9,844 + 0,0012 \times 23,75 - 0,093$$

$$= 9,966 \text{ m}$$

2. STA 6+506,459

$$\text{Pvi Elv } x = 9,844 \text{ m}$$

$$\text{Pvi Elv } y = 10,451 \text{ m}$$

$$\text{Pvi Elv } z = 16,616 \text{ m}$$

$$\text{Jarak } xy = 6506,459 - 6011,454$$

$$= 495,005$$

$$\text{Jarak } yz = 6711,943 - 6506,459$$

$$= 205,484 \text{ m}$$

$$G1 = \left(\frac{\text{Pvi Elv } y - \text{Pvi Elv } x}{\text{Jarak } xy} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{10,451 - 9,844}{495,005} \right) \times 100\%$$

$$= 0,123 \%$$

$$G2 = \left(\frac{\text{Pvi Elv } z - \text{Pvi Elv } y}{\text{Jarak } yz} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{16,616 - 10,451}{205,484} \right) \times 100\%$$

$$= 3,00 \%$$

$$V = 80 \text{ km/jam}$$

$$\text{STA PPV} = 6506,459 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elv PPV} &= 10,451 \text{ m} \\
 \text{JPH} &= 130 \text{ m} \\
 \text{JPM} &= 550 \text{ m} \\
 A &= G2 - G1 \\
 &= 3,00 \% - 0,12 \% \\
 &= 2,878 \% \text{ (Cekung)}
 \end{aligned}$$

Mencari Panjang (L)

- a. Berdasarkan JPH

JPH < L, Rumus

$$L = \frac{A \times \text{JPH}^2}{120 + (3,5 \times \text{JPH})}$$

$$L = \frac{2,88 \times 130^2}{120 + (3,5 \times 130)} = 84,577 \text{ m (Tidak Memenuhi)}$$

- b. Berdasarkan Bentuk Visual

$$L = \frac{A \times V^2}{380}$$

$$L = \frac{2,88 \times 80^2}{380} = 48,465 \text{ m}$$

- c. Berdasarkan Ketentuan Drainase

$$L = 50 \times A$$

$$L = 50 \times 2,88 = 143,880 \text{ m}$$

- d. Berdasarkan Keluesan

$$L = 0,6 \times V$$

$$L = 0,6 \times 80 = 48 \text{ m}$$

L menggunakan L lapangan = 86 m

Kontrol L

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{150 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{S} \\
 &= \frac{150 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{0,1})^2}{130} = 2,374
 \end{aligned}$$

$$A > A$$

$$2,878 > 2,374 \longrightarrow \text{Maka, } S < L$$

$$L \min = \frac{A \times S^2}{120 + 3,5 \times S} = \frac{2,878 \times 130^2}{120 + 3,5 \times 130} = 84,58$$

$$L \text{ lap} > L \min$$

$$86 > 84,58 \text{ (Memenuhi)}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - 0,5 \times L \\ &= 6506,459 - 0,5 \times 86 = 6463,459 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv PLV} &= \text{Elv PPV} - G1 \times 0,5 \times L \\ &= 10,451 + 0,0012 \times 0,5 \times 86 = 10,398 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + 0,5 \times L \\ &= 6506,459 + 0,5 \times 86 = 6549,459 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv PTV} &= \text{Elv PPV} + G2 \times 0,5 \times L \\ &= 10,451 + 0,03 \times 0,5 \times 86 = 11,741 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar STA (X)} = \frac{L}{4} = \frac{86}{4} = 21,50 \text{ m}$$

Ditinjau dari PLV

$$\text{STA } 6463,459 + 21,50 = 6484,959$$

$$X = 221,503,75 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Y'1 &= \frac{A X^2}{200 \times L} \\ &= \frac{2,88 \times 21,50^2}{200 \times 86} = 0,077 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} + G1 \times X) - Y'1 \\ &= (10,504 + 0,0012 \times 21,50) - 0,077 \\ &= 10,555 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{STA } 6463,459 + (2 \times 21,50) = 6506,459$$

$$X = 43,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Y'2 &= \frac{A X^2}{200 \times L} \\ &= \frac{2,88 \times 43,00^2}{200 \times 86} = 0,309 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} + G1 \times X) - Y'2 \\ &= 10,504 + 0,0012 \times 43,00 - 0,309 \\ &= 10,760 \text{ m} \end{aligned}$$

Ditinjau dari PPV

$$\text{STA } 6506,459 + 21,50 = 6527,959$$

$$X = 21,50 \text{ m}$$

$$Y'^3 = \frac{A X^2}{200 \times L} = \frac{2,88 \times 21,50^2}{200 \times 86} = 0,077 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv} &= (\text{Elv PPV} + G2 \times X) - Y'^3 \\ &= 10,451 + 0,03 \times 21,50 - 0,077 \\ &= 11,173 \text{ m} \end{aligned}$$

3. STA 6+711,943

$$\text{Pvi Elv x} = 10,451 \text{ m}$$

$$\text{Pvi Elv y} = 16,616 \text{ m}$$

$$\text{Pvi Elv z} = 18,295 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak xy} &= 6711,943 - 6506,459 \\ &= 250,484 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak yz} &= 7831,041 - 6711,943 \\ &= 1119,098 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G1 &= \left(\frac{\text{Pvi Elv y} - \text{Pvi Elv x}}{\text{Jarak xy}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{16,616 - 10,451}{250,484} \right) \times 100\% \\ &= 3,00 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G2 &= \left(\frac{\text{Pvi Elv z} - \text{Pvi Elv y}}{\text{Jarak yz}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{18,295 - 16,616}{1119,098} \right) \times 100\% \\ &= 0,15 \% \end{aligned}$$

$$V = 80 \text{ km/jam}$$

$$\text{STA PPV} = 6711,943 \text{ m}$$

$$\text{Elv PPV} = 16,616 \text{ m}$$

$$\text{JPH} = 130 \text{ m}$$

$$\text{JPM} = 550 \text{ m}$$

$$A = G2 - G1$$

$$= 0,15 \% - 3 \%$$

$$= -2,850 \% \text{ (Cembung)}$$

Mencari Panjang (L)

- a. Berdasarkan JPH

JPH < L, Rumus

$$L = \frac{A \times JPH^2}{658}$$

$$L = \frac{2,850 \times 130^2}{658} = 73,205 \text{ (Tidak Memenuhi)}$$

JPH > L, Rumus

$$L = 2 \times JPH - \frac{658}{A}$$

$$L = 2 \times 130 - \frac{658}{2,850} = 29,140 \text{ (Memenuhi)}$$

- b. Berdasarkan JPM

JPM < L, Rumus

$$L = \frac{A \times JPM^2}{960}$$

$$L = \frac{2,850 \times 550^2}{960} = 898,113 \text{ (Memenuhi)}$$

JPH > L, Rumus

$$L = 2 \times JPM - \frac{960}{A}$$

$$L = 2 \times 550 - \frac{960}{2,850} = 763,183 \text{ (Tidak Memenuhi)}$$

L menggunakan L lapangan = 130 m

Kontrol L

$$\begin{aligned} A &= \frac{200 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{S} \\ &= \frac{200 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{0,1})^2}{130} = 3,165 \end{aligned}$$

$$A < A$$

$$2,850 < 3,165 \longrightarrow \text{Maka, } S > L$$

$$L_{\min} = 2 \times S - \frac{658}{A} = 2 \times 130 - \frac{658}{2,850} = 29,1$$

$L_{\text{lap}} > L_{\text{min}}$

130 > 29,1 (**Memenuhi**)

$$\begin{aligned}
 \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - \frac{1}{2} \times L \\
 &= 6711,94 - \frac{1}{2} \times 130 = 6646,943 \\
 \text{Elv PLV} &= \text{Elv PPV} - G1 \times \frac{1}{2} \times L \\
 &= 16,62 - 0,03 \times \frac{1}{2} \times 130 = 14,666 \\
 \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + \frac{1}{2} \times L \\
 &= 6711,94 + \frac{1}{2} \times 130 = 6776,943 \\
 \text{Elv PTV} &= \text{Elv PPV} + G2 \times \frac{1}{2} \times L \\
 &= 16,62 + 0,0015 \times \frac{1}{2} \times 130 = 16,714 \\
 \text{Jarak antar STA (X)} &= \frac{L}{4} = \frac{130}{4} = 32,50 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Ditinjau dari PLV

$$\text{STA } 6646,943 + 32,50 = 6679,443$$

$$X = 32,50 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 Y'1 &= \frac{A X^2}{200 \times L} \\
 &= \frac{-2,850 \times 32,50^2}{200 \times 130} = -0,116 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} + G1 \times X) - Y'1 \\
 &= 14,666 + 0,30 \times 32,50 - (-0,116) \\
 &= 15,525 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{STA } 6646,943 + (2 \times 32,50) = 6711,943$$

$$X = 65 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 Y'2 &= \frac{A X^2}{200 \times L} \\
 &= \frac{-2,850 \times 65^2}{200 \times 130} = -0,463 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} + G1 \times X) - Y'2 \\
 &= 14,666 + 0,30 \times 65 - (-0,463) \\
 &= 16,153 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Ditinjau dari PTV

$$\text{STA } 6776,943 - 32,50 = 6744,443$$

$$\begin{aligned}
 X &= 32,50 \text{ m} \\
 Y'^3 &= \frac{A X^2}{200 x L} \\
 &= \frac{-2,850 x 32,50^2}{200 x 130} = -0,116 \text{ m} \\
 \text{Elv} &= (\text{Elv PTV} + G2 x X) - Y'^3 \\
 &= 16,518 + 0,0015 x 32,50) - (-0,116) \\
 &= 16,451 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4. STA 7+831,041

$$\begin{aligned}
 \text{Pvi Elv x} &= 16,616 \text{ m} \\
 \text{Pvi Elv y} &= 18,295 \text{ m} \\
 \text{Pvi Elv z} &= 16,616 \text{ m} \\
 \text{Jarak xy} &= 7831,041 - 6711,943 \\
 &= 1119,098 \text{ m} \\
 \text{Jarak yz} &= 8390,590 - 7831,041 \\
 &= 559,549 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G1 &= \left(\frac{\text{Pvi Elv y} - \text{Pvi Elv x}}{\text{Jarak xy}} \right) x 100\% \\
 &= \left(\frac{18,829 - 16,616}{1119,098} \right) x 100\% \\
 &= 0,15 \% \\
 G2 &= \left(\frac{\text{Pvi Elv z} - \text{Pvi Elv y}}{\text{Jarak yz}} \right) x 100\% \\
 &= \left(\frac{16,616 - 18,295}{559,549} \right) x 100\% \\
 &= -0,3 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= 80 \text{ km/jam} \\
 \text{STA PPV} &= 7831,041 \text{ m} \\
 \text{Elv PPV} &= 18,295 \text{ m} \\
 \text{JPH} &= 130 \text{ m} \\
 \text{JPM} &= 550 \text{ m} \\
 A &= G2 - G1 \\
 &= -0,30 \% - 0,15 \% \\
 &= -0,450 \% (\text{Cembung})
 \end{aligned}$$

Mencari Panjang (L)

- a. Berdasarkan JPH

JPH < L, Rumus

$$L = \frac{A \times JPH^2}{658}$$

$$L = \frac{4,500 \times 130^2}{658} = 11,559 \text{ (Tidak Memenuhi)}$$

JPH > L, Rumus

$$L = 2 \times JPH - \frac{658}{A}$$

$$L = 2 \times 130 - \frac{658}{0,450} = -1202,002 \text{ (Memenuhi)}$$

- b. Berdasarkan JPM

JPM < L, Rumus

$$L = \frac{A \times JPM^2}{960}$$

$$L = \frac{0,45 \times 550^2}{960} = 141,820 \text{ (Tidak Memenuhi)}$$

JPH > L, Rumus

$$L = 2 \times JPM - \frac{960}{A}$$

$$L = 2 \times 550 - \frac{960}{0,450} = -1033,010 \text{ (Memenuhi)}$$

L menggunakan L lapangan = 100 m

Kontrol L

$$A = \frac{200 \times (\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}{S}$$

$$= \frac{200 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{0,1})^2}{130} = 3,165$$

$$A < A$$

$$0,450 < 3,165 \longrightarrow \text{Maka, } S > L$$

$$L_{\min} = 2 \times S - \frac{658}{A} = 2 \times 130 - \frac{658}{0,450} = -1202,1$$

$$L_{\text{lap}} > L_{\min}$$

$$100 > -1202,1 \text{ (Memenuhi)}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - \frac{1}{2} \times L \\ &= 7831,040 - \frac{1}{2} \times 100 = 7781,041 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv PLV} &= \text{Elv PPV} - G1 \times \frac{1}{2} \times L \\ &= 18,29 - \frac{0,15}{100} \times \frac{1}{2} \times 100 = 18,220 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + \frac{1}{2} \times L \\ &= 7831,040 + \frac{1}{2} \times 100 = 7881,041 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv PTV} &= \text{Elv PPV} + G2 \times \frac{1}{2} \times L \\ &= 18,29 + \frac{-0,30}{100} \times \frac{1}{2} \times 100 = 18,145 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar STA (X)} = \frac{L}{4} = \frac{100}{4} = 25,00 \text{ m}$$

Ditinjau dari PLV

$$\text{STA } 7781,041 + 25,00 = 7806,041$$

$$X = 25,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Y_1 &= \frac{A X^2}{200 \times L} \\ &= \frac{0,45 \times 25,00^2}{200 \times 100} = 0,014 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} + G1 \times X) - Y_1 \\ &= (18,220 + 0,0015 \times 25,00) - 0,014 \\ &= 18,243 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{STA } 7781,041 + (2 \times 25,00) = 7831,041$$

$$X = 50 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Y_2 &= \frac{A X^2}{200 \times L} \\ &= \frac{0,45 \times 50^2}{200 \times 100} = 0,056 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} + G1 \times X) - Y_2 \\ &= 18,220 + 0,0015 \times 50 - 0,056 \end{aligned}$$

$$= 18,239 \text{ m}$$

Ditinjau dari PTV

$$\text{STA } 7881,041 - 25,00 = 7856,041$$

$$X = 75,00 \text{ m}$$

$$Y^3 = \frac{A X^2}{\frac{200 \times L}{0,45 \times 25,00^2}} = 0,014 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv} &= (\text{Elv PTV} + G2 \times X) - Y^3 \\ &= 18,445 - 0,003 \times 25,00 - 0,014 \\ &= 18,206 \text{ m} \end{aligned}$$

5. STA 8+390,590

$$\text{Pvi Elv x} = 18,295 \text{ m}$$

$$\text{Pvi Elv y} = 16,616 \text{ m}$$

$$\text{Pvi Elv z} = 9,136 \text{ m}$$

$$\text{Jarak xy} = 8390,590 - 7831,041$$

$$= 559,549 \text{ m}$$

$$\text{Jarak yz} = 8639,921 - 8390,590$$

$$= 249,331$$

$$G1 = \left(\frac{\text{Pvi Elv y} - \text{Pvi Elv x}}{\text{Jarak xy}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{16,616 - 18,295}{559,549} \right) \times 100\%$$

$$= -0,3 \%$$

$$G2 = \left(\frac{\text{Pvi Elv z} - \text{Pvi Elv y}}{\text{Jarak yz}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{9,136 - 16,616}{249,331} \right) \times 100\%$$

$$= -3,00 \%$$

$$V = 80 \text{ km/jam}$$

$$\text{STA PPV} = 8390,590 \text{ m}$$

$$\text{Elv PPV} = 16,616 \text{ m}$$

$$\text{JPH} = 130 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JPM} &= 550 \text{ m} \\
 A &= G2 - G1 \\
 &= -3\% - 0,30\% \\
 &= -2,700\% \text{ (Cembung)}
 \end{aligned}$$

Mencari Panjang (L)

- a. Berdasarkan JPH

JPH < L, Rumus

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{A \times \text{JPH}^2}{658} \\
 L &= \frac{2,700 \times 130^2}{658} = 69,346 \text{ (Tidak Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

JPH > L, Rumus

$$\begin{aligned}
 L &= 2 \times \text{JPH} - \frac{658}{A} \\
 L &= 2 \times 130 - \frac{658}{2,700} = 16,295 \text{ (Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- b. Berdasarkan JPM

JPM < L, Rumus

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{A \times \text{JPM}^2}{960} \\
 L &= \frac{2,700 \times 550^2}{960} = 850,78 \text{ (Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

JPH > L, Rumus

$$\begin{aligned}
 L &= 2 \times \text{JPM} - \frac{960}{A} \\
 L &= 2 \times 550 - \frac{960}{2,800} = 744,44 \text{ (Tidak Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

L menggunakan L lapangan = 122 m

Kontrol L

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{200 \times (\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}{S} \\
 &= \frac{200 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{0,1})^2}{130} = 3,165
 \end{aligned}$$

$$A < A$$

2,700 < 3,165 → Maka, S > L

$$L_{\min} = 2 \times S - \frac{658}{A} = 2 \times 130 - \frac{658}{2,700} = 16,3$$

$$L_{\text{lap}} > L_{\min}$$

$$122 > 16,3 \text{ (Memenuhi)}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - \frac{1}{2} \times L \\ &= 8390,59 - \frac{1}{2} \times 122 = 8329,590 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv PLV} &= \text{Elv PPV} - G1 \times \frac{1}{2} \times L \\ &= 16,62 - \frac{-0,30}{100} \times \frac{1}{2} \times 122 = 16,799 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + \frac{1}{2} \times L \\ &= 8390,59 + \frac{1}{2} \times 122 = 8451,590 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv PTV} &= \text{Elv PPV} - G2 \times \frac{1}{2} \times L \\ &= 16,62 - \frac{-3,00}{100} \times \frac{1}{2} \times 122 = 14,786 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar STA (X)} = \frac{L}{4} = \frac{\frac{100}{122}}{4} = 30,50 \text{ m}$$

Ditinjau dari PLV

$$\text{STA } 8329,590 + 30,50 = 8360,090$$

$$X = 30,50 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Y'1 &= \frac{A X^2}{200 \times L} \\ &= \frac{-2,700 \times 30,50^2}{200 \times 122} = -0,103 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} + G1 \times X) - Y'1 \\ &= (16,799 + (-0,0030) \times 30,50) - (-0,103) \\ &= 16,605 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{STA } 8329,590 + (2 \times 30,50) = 8390,590$$

$$X = 61 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Y'2 &= \frac{A X^2}{200 \times L} \\ &= \frac{-2,700 \times 61^2}{200 \times 122} = -0,412 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} + G1 \times X) - Y'2 \\ &= 16,799 + (-0,0030) \times 61 - (-0,412) \\ &= 16,204 \text{ m} \end{aligned}$$

Ditinjau dari PTV

$$\text{STA } 8451,590 - 30,50 = 8421,090$$

$$X = 30,50 \text{ m}$$

$$Y^3 = \frac{A X^2}{200 \times L} = \frac{-2,700 \times 30,50^2}{200 \times 122} = -0,103 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv} &= (\text{Elv PTV} + G2 \times X) - Y^3 \\ &= 14,786 + (-0,03) \times 30,50 - (-0,103) \\ &= 15,598 \text{ m} \end{aligned}$$

6. STA 8+639,921

$$\text{Pvi Elv x} = 16,616 \text{ m}$$

$$\text{Pvi Elv y} = 9,136 \text{ m}$$

$$\text{Pvi Elv z} = 9,676 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak xy} &= 8639,921 - 8390,590 \\ &= 249,331 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak yz} &= 9000 - 8639,921 \\ &= 360,079 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G1 &= \left(\frac{\text{Pvi Elv y} - \text{Pvi Elv x}}{\text{Jarak xy}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{9,136 - 16,616}{249,331} \right) \times 100\% \\ &= -3,00 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G2 &= \left(\frac{\text{Pvi Elv z} - \text{Pvi Elv y}}{\text{Jarak yz}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{9,676 - 9,136}{360,079} \right) \times 100\% \\ &= 0,15 \% \end{aligned}$$

$$V = 80 \text{ km/jam}$$

$$\text{STA PPV} = 8639,921 \text{ m}$$

$$\text{Elv PPV} = 9,136 \text{ m}$$

$$\text{JPH} = 130 \text{ m}$$

$$\text{JPM} = 550 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 A &= G_2 - G_1 \\
 &= 0,15 \% - (-3,00 \%) \\
 &= 3,15 \% \text{ (Cekung)}
 \end{aligned}$$

Mencari Panjang (L)

- a. Berdasarkan JPH

JPH < L, Rumus

$$L = \frac{A \times JPH^2}{120 + (3,5 \times JPH)}$$

$$L = \frac{3,15 \times 130^2}{120 + (3,5 \times 130)} = 92,583 \text{ m (Tidak Memenuhi)}$$

- b. Berdasarkan Bentuk Visual

$$L = \frac{A \times V^2}{380} = 53,053 \text{ m}$$

- c. Berdasarkan Ketentuan Drainase

$$L = 50 \times A$$

$$L = 50 \times 3,15 = 157,500 \text{ m}$$

- d. Berdasarkan Keluesan

$$L = 0,6 \times V$$

$$L = 0,6 \times 80 = 48 \text{ m}$$

L menggunakan L lapangan = 95 m

Kontrol L

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{150 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{S} \\
 &= \frac{150 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{0,1})^2}{130} = 2,374
 \end{aligned}$$

$$A > A$$

$$3,150 > 2,374 \longrightarrow \text{Maka, } S < L$$

$$L \text{ min} = \frac{A \times S^2}{120 + 3,5 \times S} = \frac{3,150 \times 130^2}{120 + 3,5 \times 130} = 92,58$$

$$L \text{ lap} > L \text{ min}$$

$$95 > 92,58 \text{ (Memenuhi)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - 0,5 \times L \\
 &= 8639,921 - 0,5 \times 95 = 8592,421 \\
 \text{Elv PLV} &= \text{Elv PPV} + G1 \times 0,5 \times L \\
 &= 9,136 + 0,03 \times 0,5 \times 95 = 10,561 \\
 \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + 0,5 \times L \\
 &= 8639,921 + 0,5 \times 95 = 8687,421 \\
 \text{Elv PTV} &= \text{Elv PPV} + G2 \times 0,5 \times L \\
 &= 9,136 + 0,0015 \times 0,5 \times 95 = 9,207 \\
 \text{Jarak antar STA (X)} &= \frac{L}{4} = \frac{95}{4} = 23,75 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Ditinjau dari PLV

$$\begin{aligned}
 \text{STA } 8592,421 + 23,75 &= 8616,171 \\
 X &= 23,75 \text{ m} \\
 Y'1 &= \frac{A X^2}{200 \times L} \\
 &= \frac{3,15 \times 23,75^2}{200 \times 95} = 0,094 \text{ m} \\
 \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} + G1 \times X) - Y'1 \\
 &= (10,561 + (-0,0030) \times 23,75) - 0,094 \\
 &= 9,942 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{STA } 8592,421 + (2 \times 23,75) = 8639,921$$

$$\begin{aligned}
 X &= 47,50 \text{ m} \\
 Y'2 &= \frac{A X^2}{200 \times L} \\
 &= \frac{3,15 \times 47,50^2}{200 \times 95} = 0,374 \text{ m} \\
 \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} + G1 \times X) - Y'2 \\
 &= 10,561 + (-0,0030) \times 47,50 - 0,374 \\
 &= 9,510 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Ditinjau dari PPV

$$\begin{aligned}
 \text{STA } 8639,921 + 23,75 &= 8663,671 \\
 X &= 23,75 \text{ m} \\
 Y'3 &= \frac{A X^2}{200 \times L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3,15 \times 23,75^2}{200 \times 95} = 0,094 \text{ m} \\
 \text{Elv} &= (\text{Elv PPV} + G2 \times X) - Y'3 \\
 &= 9,136 + 0,0015 \times 23,75 - 0,094 \\
 &= 9,265 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kontrol Panjang Landai Kritis

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Panjang Landai

STA	Landai (%)	Panjang (m)
5785,732		
6011,454	3,0	225,722
6506,459	0,123	495,005
6711,943	3,0	205,484
7831,041	0,15	1119,098
8390,59	0,3	559,331
8639,921	3	249,331
9000	0,15	360,079

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 7 Panjang Landai Kritis

V_R (km/jam)	Landai (%)	Panjang Landai Kritis (m)
120	3	800
	4	500
	5	400
100	4	700
	5	500
	6	400
80	5	600
	6	500
60	6	500

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004

Dari hasil pada tabel 5.6 di atas panjang landai memenuhi panjang landai kritis pada tabel 5.7.

5.2.3. Koordinasi Alinyemen

Koordinasi alinyemen vertikal dan horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Lengkung horizontal sebaiknya berhimpit dengan lengkung vertikal, dan secara ideal alinyemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal.
2. Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan.
3. Lengkung vertikal cekung pada landai jalan yang panjang harus dihindari.
4. Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal, harus dihindari.
5. Tikungan yang tajam diantara dua bagian jalan yang lurus dan panjang, harus dihindari.

5.3. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

Sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan kaku, diperlukan data-data masukan dari awal umur rencana yang digunakan sebagai perencanaan tebal perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) sebagai berikut :

Tabel 5. 8 Data Muatan Maksimum dan Pengelompokan Kendaraan Niaga

No.	Golongan	Berat Total Maksimum (ton)
1.	Golongan I	2
2.	Golongan II	18,2
3.	Golongan III	25
4.	Golongan IV	31,4
5.	Golongan V	42

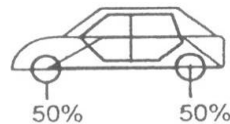
Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan Benkelman Beam No 01/MN/BM/83

5.3.1. Distribusi Beban Sumbu Kendaraan

Perhitungan distribusi beban sumbu kendaraan sebagai berikut :

a. Kendaraan Penumpang

Kendaraan mobil penumpang mempunyai berat maksimum sebesar 2 ton, dan distribusi bebannya adalah

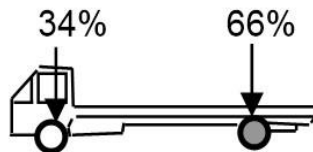


Beban sumbu depan (STRT) = $50\% \times 2 \text{ ton} = 1 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang (STRT) = $50\% \times 2 \text{ ton} = 1 \text{ ton}$

b. Kendaraan Truk 2 as

Kendaraan truk 2 as mempunyai berat maksimum 18 ton, dan distribusi bebannya adalah

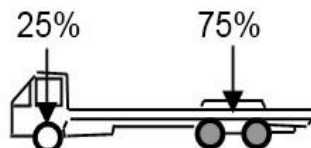


Beban sumbu depan (STRT) = $34\% \times 18,2 \text{ ton}$
 $= 6,19 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang (STRG) = $66\% \times 18,2 \text{ ton}$
 $= 12,01 \text{ ton}$

c. Kendaraan Truk 3 as

Kendaraan truk 3 as mempunyai berat maksimum 25 ton, dan distribusi bebannya adalah

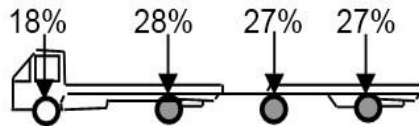


$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 25\% \times 25 \text{ ton} \\ &= 6,25 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STdRG)} &= 75\% \times 25 \text{ ton} \\ &= 18,75 \text{ ton}\end{aligned}$$

d. Kendaraan Truk 4 as

Kendaraan truk 4 as mempunyai berat maksimum 32 ton, dan distribusi bebannya adalah



$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 18\% \times 31,4 \text{ ton} \\ &= 5,65 \text{ ton}\end{aligned}$$

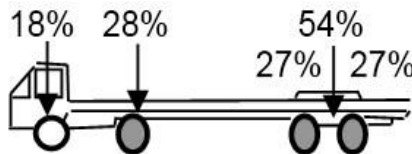
$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu tengah (STRG)} &= 28\% \times 31,4 \text{ ton} \\ &= 8,79 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu tengah (STRG)} &= 27\% \times 31,4 \text{ ton} \\ &= 8,48 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRG)} &= 27\% \times 31,4 \text{ ton} \\ &= 8,48 \text{ ton}\end{aligned}$$

e. Kendaraan Truk 5 as

Kendaraan truk 2 as mempunyai berat maksimum 42 ton, dan distribusi bebannya adalah



$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 18\% \times 42 \text{ ton} \\ &= 7,56 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu tengah (STRTG)} &= 28\% \times 42 \text{ ton} \\ &= 11,76 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu tengah (STdRG)} &= 54\% \times 42 \text{ ton} \\ &= 22,68 \text{ ton}\end{aligned}$$

5.3.2. Analisa Lalu Lintas

Data kendaraan dan pertumbuhan lalu lintas jalan Lingkar Luar Timur Surabaya sebagai berikut :

a. Data lalu lintas harian rata-rata (2 arah)

Golongan 1	= 35950 kendaraan/hari
Golongan 2	= 19847 kendaraan/hari
Golongan 3	= 1277 kendaraan/hari
Golongan 4	= 4614 kendaraan/hari
Golongan 5	= 4182 kendaraan/hari

b. Pertumbuhan lalu lintas (i)

Golongan 1	= 4 %
Golongan 2	= 5 %
Golongan 3	= 5 %
Golongan 4	= 5 %
Golongan 5	= 5 %

Tabel 5. 9 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban sumbu (ton)				Jumlah Kendaraan (bh)	Jumlah Sumbu Per Kendaraan (bh)	Jumlah Sumbu (JSKNH) (bh)	STRT		STRG		STdRG	
								BS ton	JS bh	BS ton	JS bh	BS ton	JS bh
Mobil, pick up	1	1			17975	-	-						
Truk 2 as	6,19	12,01			9924	2	19847	6,19	9924	12,01	9924		
Truk 3 as	6,25	18,75			639	3	1916	6,25	639			18,75	639
Truk 4 as	6,25	8,79	8,48	8,48	2307	4	9228	5,65	2307	8,79	2307		
										8,48	2307		
										8,48	2307		
Truk 5 as	7,56	11,76	11,34	11,34	2091	4	8365	7,56	2091	11,76	2091	22,68	2091
Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN)							39356		14960		18936		2730

Keterangan :

RD : roda depan

RB : roda belakang

RGB

: roda gandeng belakang

BS

: beban sumbu

STRT

: sumbu tunggal roda tunggal

STRG

: sumbu tunggal roda ganda

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows

c. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi (C)

Tabel 5. 10 Koefisien Distribusi

Lebar Perkerasan (Lp)	Jumlah Lajur (n ₁)	Koefisien Distribusi	
		1 Arah	2 Arah
Lp < 5,50 m	1 lajur	1	1
5,50 m ≤ Lp < 8,25 m	2 lajur	0,70	0,50
8,25 m ≤ Lp < 11,25 m	3 lajur	0,50	0,475
11,25 m ≤ Lp < 15,00 m	4 lajur	-	0,45
15,00 m ≤ Lp < 18,00 m	5 lajur	-	0,425
18,75 m ≤ Lp < 22,00 m	6 lajur	-	0,40

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003

Koefisien distribusi dengan 3 lajur 2 arah yang didapat pada tabel 5. sebesar 0,475

d. Pertumbuhan Lalu Lintas

Volume lalu lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap dimana kapasitas jalan dicapai. Faktor pertumbuhan lalu lintas pada golongan II, III, IV, dan V adalah

$$R = \frac{(1 + i)^{UR} - 1}{i}$$

$$R = \frac{(1 + 0,05)^{20} - 1}{0,05} = 33,07$$

e. Lalu Lintas Rencana

Berdasarkan persamaan, jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana 20 tahun adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{JSKN} &= \text{JSKNH} \times 365 \times R \\ &= 39356 \times 365 \times 33,07 \\ &= 474987192 \\ \text{JSKN Rencana} &= \text{JSKN} \times C \\ &= 474987192 \times 0,475 \\ &= 225618916 \end{aligned}$$

- Proporsi Beban

Proporsi beban didapat dari hasil bagi antara jumlah sumbu tiap beban dengan total keseluruhan jumlah sumbu pada setiap jenis sumbu, seperti berikut ini :

$$\text{Proporsi Beban} = \frac{\text{Jumlah sumbu tiap beban sumbu}}{\text{Jumlah sumbu total beban sumbu pada setiap jenis sumbu}}$$

- Proporsi Sumbu

Proporsi sumbu didapat dari hasil bagi antara total keseluruhan jumlah sumbu pada setiap jenis sumbu dengan total jumlah sumbu semua jenis sumbu, seperti berikut ini :

$$\text{Proporsi Sumbu} = \frac{\text{Jumlah sumbu total tiap beban sumbu}}{\text{Total sumbu semua jenis sumbu}}$$

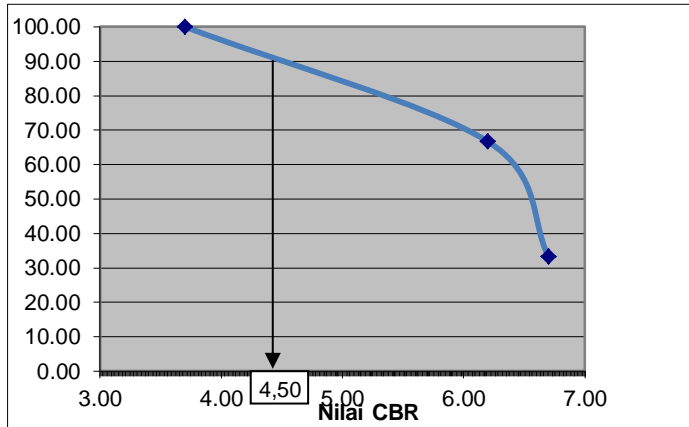
5.3.3. Analisa CBR

Pada perencanaan pembangunan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya untuk perhitungan pelat beton pada jalan yang digunakan adalah data CBR sebagai berikut :

Tabel 5. 12 Data CBR Tanah

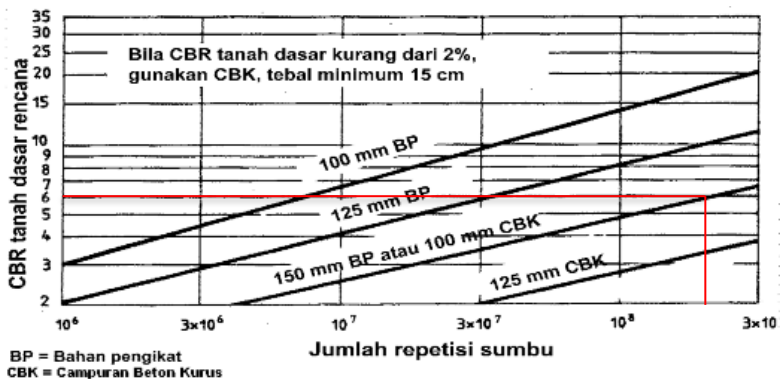
No.	STA	CBR max	CBR mean	CBR min
1.	6+000	9,1	8,2	6,7
2.	7+750	15,5	10,5	6,2
3.	9+200	8,5	6,1	3,7

Sumber : Laporan Akhir FS jalan LLT Surabaya 2013



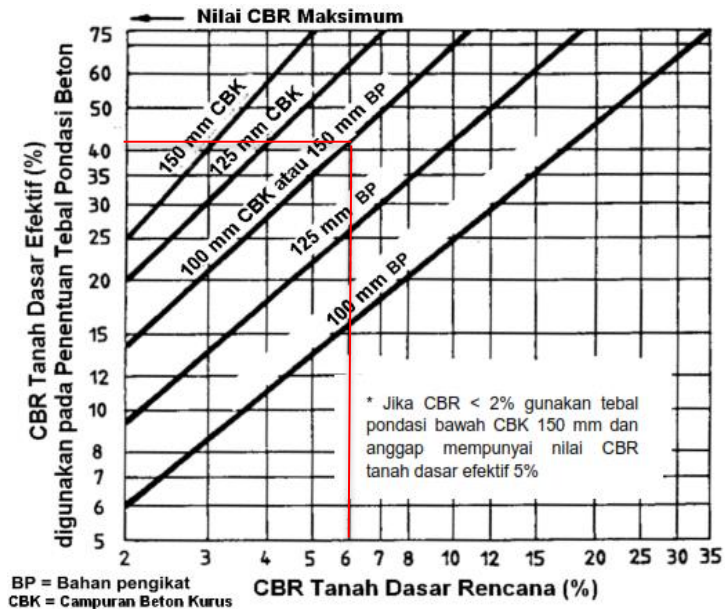
Gambar 5. 1 CBR Tanah Dasar

Dari tabel dan grafik di atas nilai CBR tanah asli sebesar 4,50%. Setelah diketahui CBR tanah asli, kemudian menentukan CBR tanah dasar. CBR tanah dasar Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini sebesar 6% karena menggunakan pasir urug sebagai bahan tanah dasar. Setelah didapat nilai CBR tanah dasar, kemudian diplot pada grafik dibawah ini yang ditunjukkan pada gambar 5.2 untuk menentukan tebal pondasi bawah yang digunakan.



Gambar 5. 2 Tebal Pondasi Bawah Minimum

Dari hasil grafik di atas, didapat nilai tebal pondasi bawah minimum yaitu 100 mm CBK. Kemudian untuk menentukan nilai CBR tanah efektif, maka menggunakan grafik dibawah ini yang ditunjukkan pada gambar 5.3 sebagai berikut:



Gambar 5.3 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah

Dari hasil grafik di atas, didapat nilai CBR tanah efektif sebesar 42% dengan pondasi bawah minimal 100 mm CBK.

5.3.4. Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (F_{KB}). Faktor

keamanan beban ini berkaitan dengan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti tabel yang ditunjukkan pada tabel 5.9 berikut.

Tabel 5. 13 Faktor Keamanan Beton

No.	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1.	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survai beban (<i>weight-in-motion</i>) dan adanya kemungkinan route alternative, maka nilai factor .keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2.	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3.	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003

Dari tabel di atas diperoleh nilai faktor keamanan beban sebesar 1,2.

5.3.5.Perhitungan Tebal Plat Beton

- Jenis perkerasan = BBTB dengan ruji
- Jenis bahu = bahu beton
- Umur rencana = 20 tahun
- Faktor keamanan = 1,2
- CBR tanah dasar = 6%
- CBR tanah efektif = 42%
- Kuat Tarik lentur beton (f'_{cf}) = 4,04 MPa (28 hari)

Jenis pondasi bawah = Campuran Beton Kurus (CBK)
 Tebal pondasi bawah = 10 cm

Perhitungan tebal plat yang akan digunakan dengan cara memilih tebal plat tertentu dan menganalisa dari faktor fatik dan erosi. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk mendapatkan tebal plat beton pada masing-masing jenis kendaraan, dijelaskan sebagai berikut ;

1. Kolom jenis sumbu merupakan pembagian jenis-jenis sumbu pada setiap as jenis kendaraan STRT, STRG, STdRG.
2. Kolom beban sumbu merupakan beban sumbu yang diambil dari masing-masing jenis kendaraan.
3. Kolom beban rencana per roda merupakan beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan ($F_{KB} = 1,2$) untuk setiap roda.
4. Kolom repetisi beban yang terjadi merupakan jumlah repetisi yang terjadi pada masing-masing kombinasi konfigurasi sumbu kendaraan.
5. Kolom faktor tegangan dan erosi (TE) dan faktor Erosi (FE) dapat dilihat pada SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003 hal 25 dan FRT didapat dari pembagian antara TE dengan kuat tarik lentur beton.
6. Kolom repetisi beban ijin pada analisa fatik dapat dilihat dari nomogram terdapat pada SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003 hal 26 pada masing-masing konfigurasi sumbu kendaraan. Jika didapat repetisi beban ijin melampaui batas pada gambar nomogram, maka analisi tersebut mempunyai nilai yang tidak terbatas (TT).
7. Kolom persen rusak dari analisa fatik menunjukkan adanya kerusakan apabila merencanakan dengan tebal beton tersbut dan jumlah dari persen rusak pada seluruh sumbu

kendaraan tidak boleh melebihi 100%. Untuk kolom persen rusak dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persen rusak} = \frac{\text{Repetisi yang terjadi}}{\text{Repetisi ijin pada analisa fatik}} \times 100$$

8. Kolom repetisi beban ijin pada analisa erosi dapat dilihat dari nomogram terdapat pada SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003 hal 27 pada masing-masing konfigurasi sumbu kendaraan. Jika didapat repetisi beban ijin melampaui batas pada gambar nomogram, maka analisi tersebut mempunyai nilai yang tidak terbatas (TT).
9. Kolom persen rusak dari analisa erosi menunjukkan adanya kerusakan apabila merencanakan dengan tebal beton tersebut dan jumlah dari persen rusak pada seluruh sumbu kendaraan tidak boleh melebihi 100%. Untuk kolom persen rusak dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

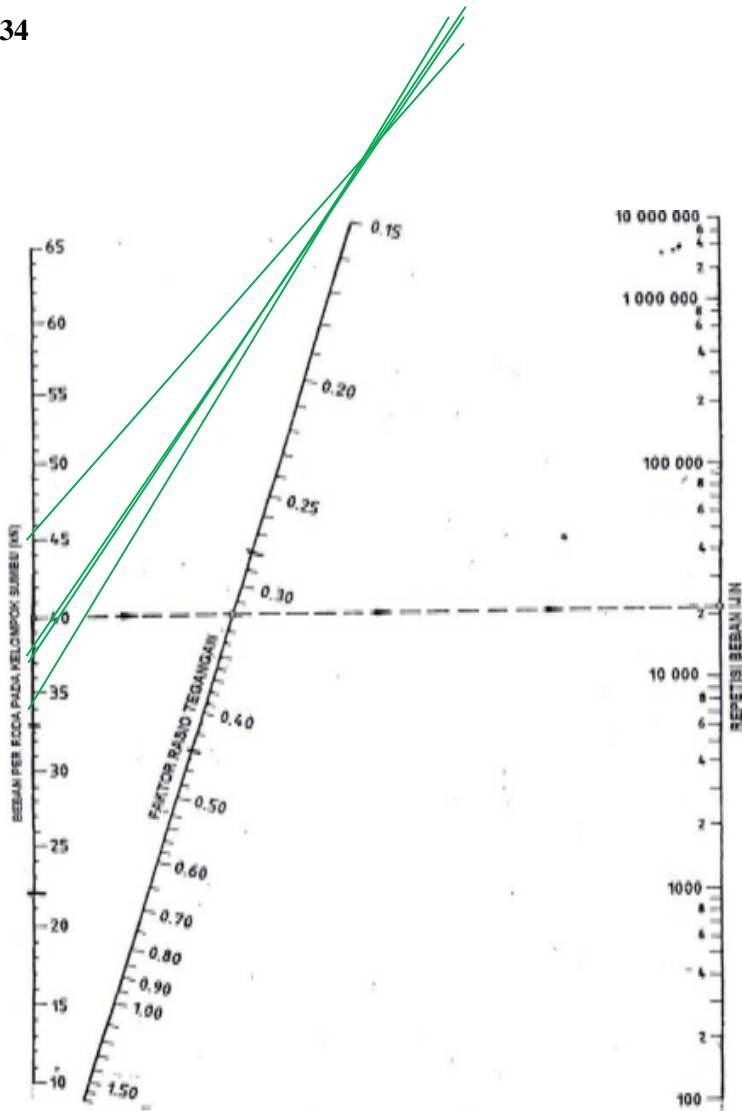
$$\text{Persen rusak} = \frac{\text{Repetisi yang terjadi}}{\text{Repetisi ijin pada analisa erosi}} \times 100$$

1. Tebal Taksiran Pelat Beton 29 cm

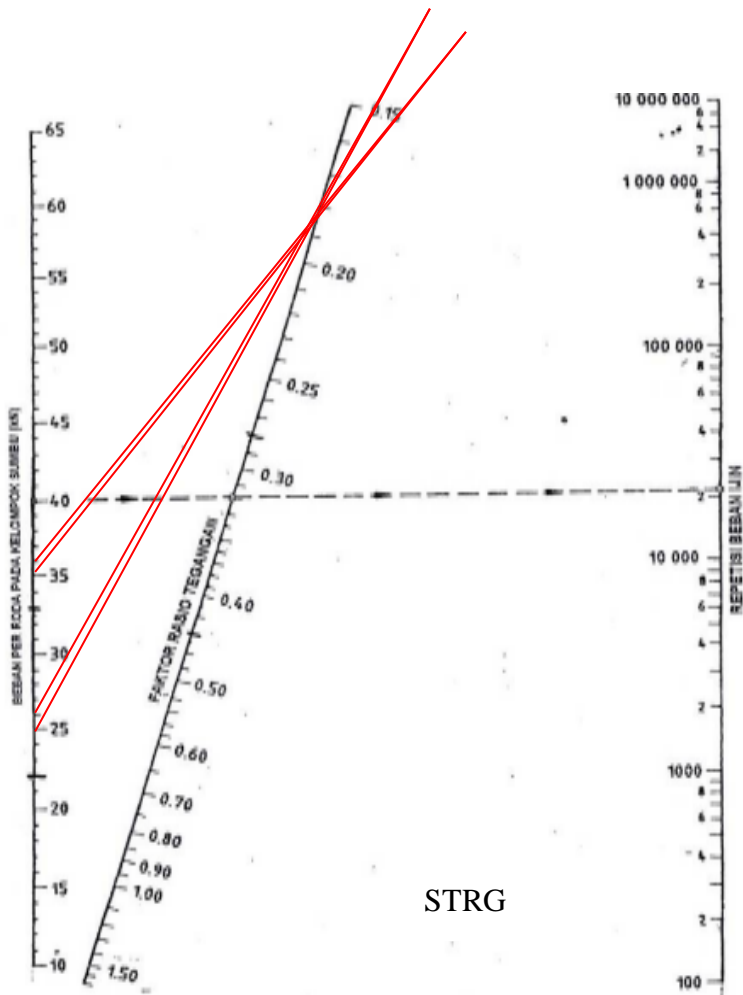
Tabel 5. 14 Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi Tebal 29 cm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu		Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
	Ton	(kN)				Repetisi Ijin	Persen Rusak	Repetisi Ijin	Persen Rusak
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
STRT	7,56	75,60	45,36	13748037	TE :	TT	0.00%	TT	0.00%
	6,25	62,50	37,50	4197975	0,47	TT	0.00%	TT	0.00%
	6,19	61,90	37,13	65239752	FRT :	TT	0.00%	TT	0.00%
	5,65	56,50	33,91	15166450	0,117	TT	0.00%	TT	0.00%
				FE :					
STRG				1,51					
	12,01	120,10	36,04	65239752	TE :	TT	0.00%	50000000	130,48%
	11,76	117,60	35,28	13748037	0,73	TT	0.00%	TT	0.00%
	8,79	87,90	26,38	15166450	FRT :	TT	0.00%	TT	0.00%
	8,48	84,80	25,78	15166450	0,18	TT	0.00%	TT	0.00%
STdRG				FE :					
				2,12					
	22,68	226,80	34,02	13748037	TE :	TT	0.00%	8000000	171,85%
	18,75	187,50	28,13	4197975	0,63	TT	0.00%	TT	0.00%
				FRT :					
				0,16					
				FE :					
				2,24					
TOTAL :						0%		302,33%	

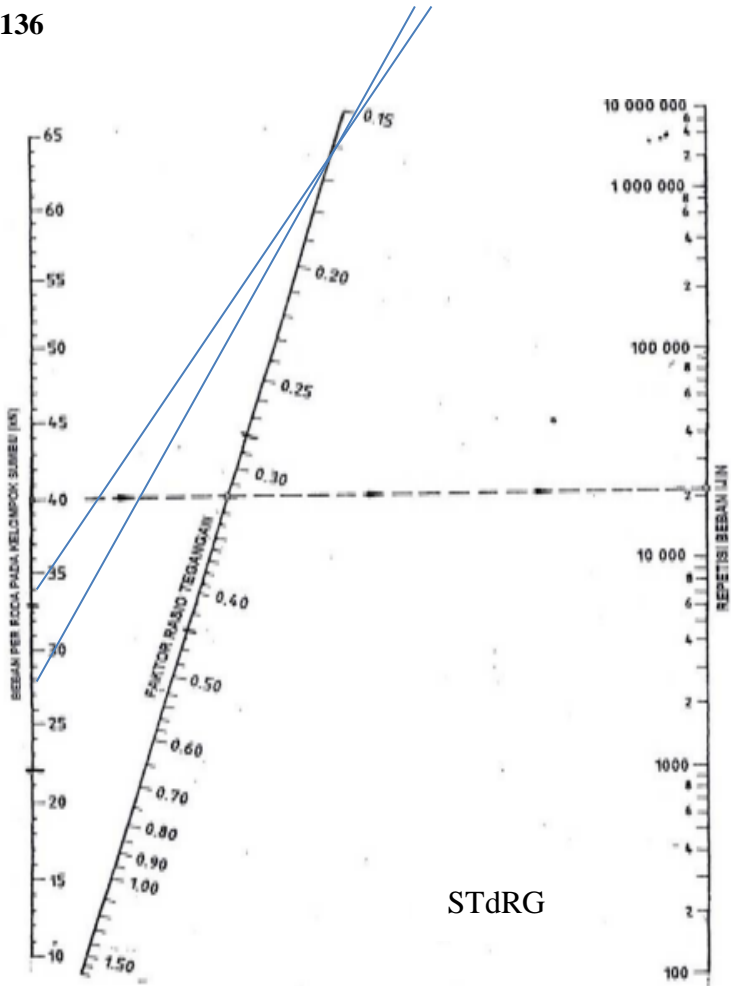
Dengan tebal 30 cm, terlihat total persen rusak erosi sebesar $302,33\% > 100\%$, maka tebal perkerasan tersebut tidak memenuhi .



Gambar 5. 4 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STRT

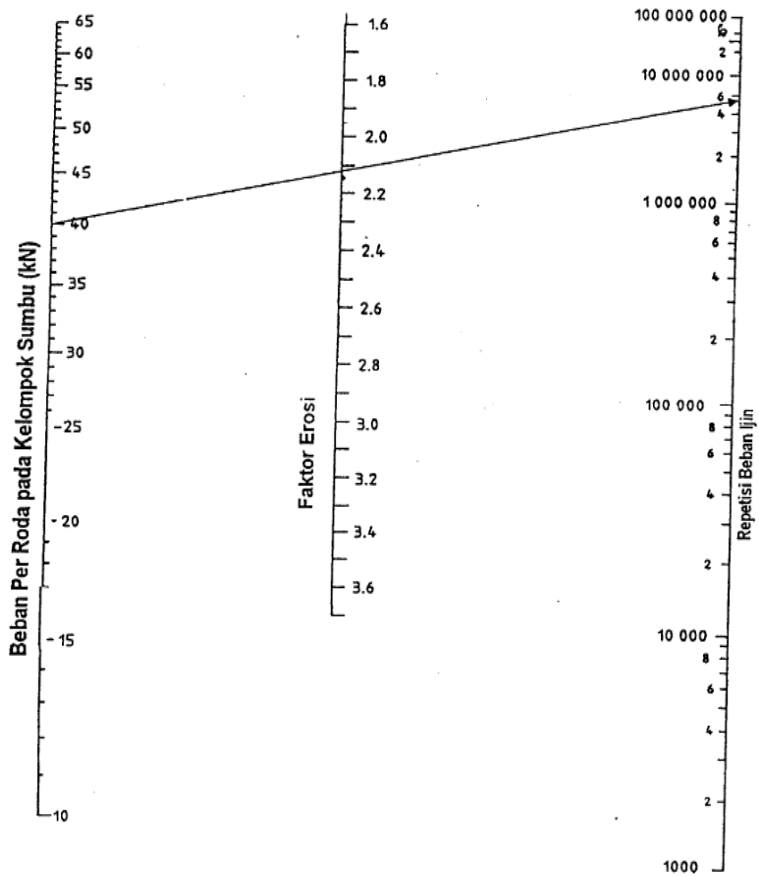


Gambar 5. 5 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STRG

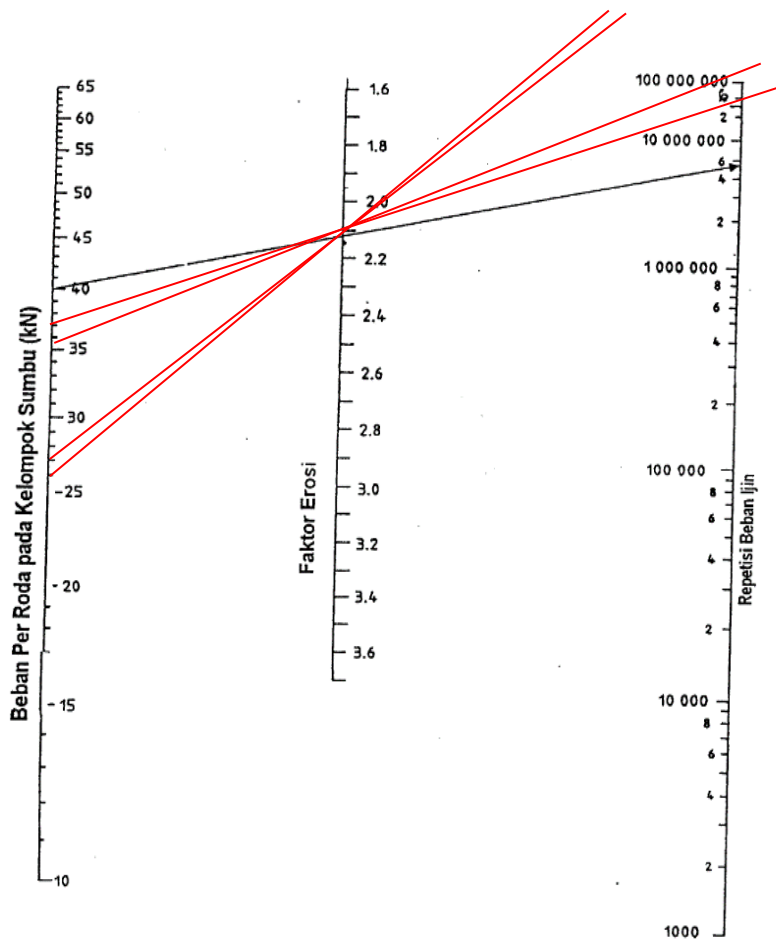


STdRG

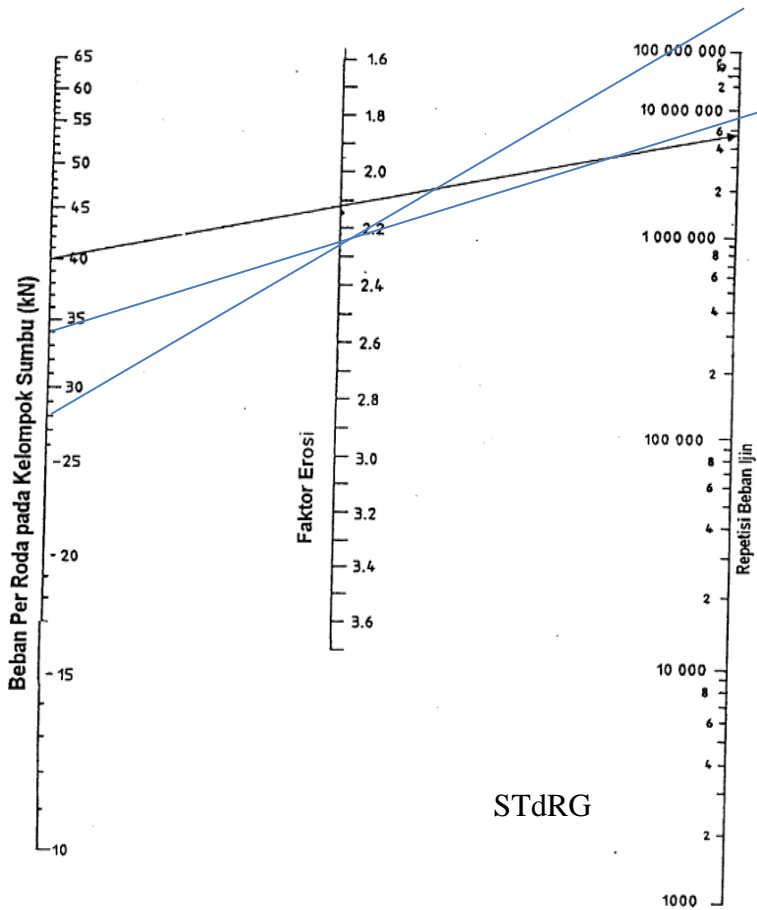
Gambar 5. 6 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STdRG



Gambar 5.7 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STRT



Gambar 5. 8 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STRG



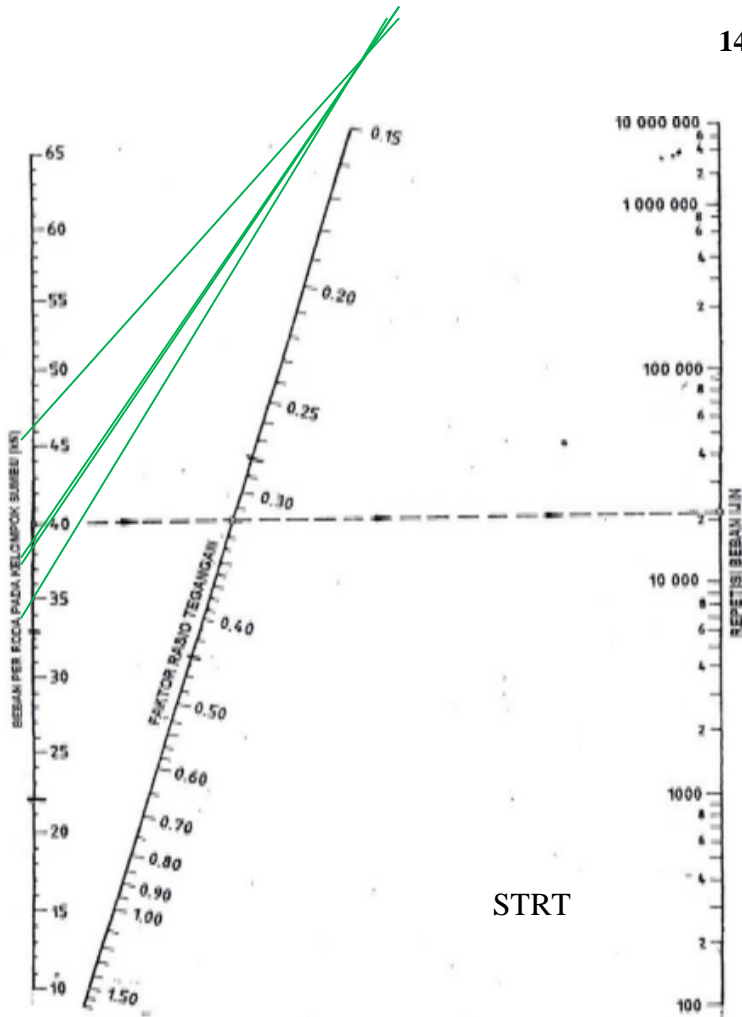
Gambar 5. 9 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STdRG

2. Tebal Taksiran Pelat Beton 29,5 cm

Tabel 5. 15 Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi Tebal 29,5 cm

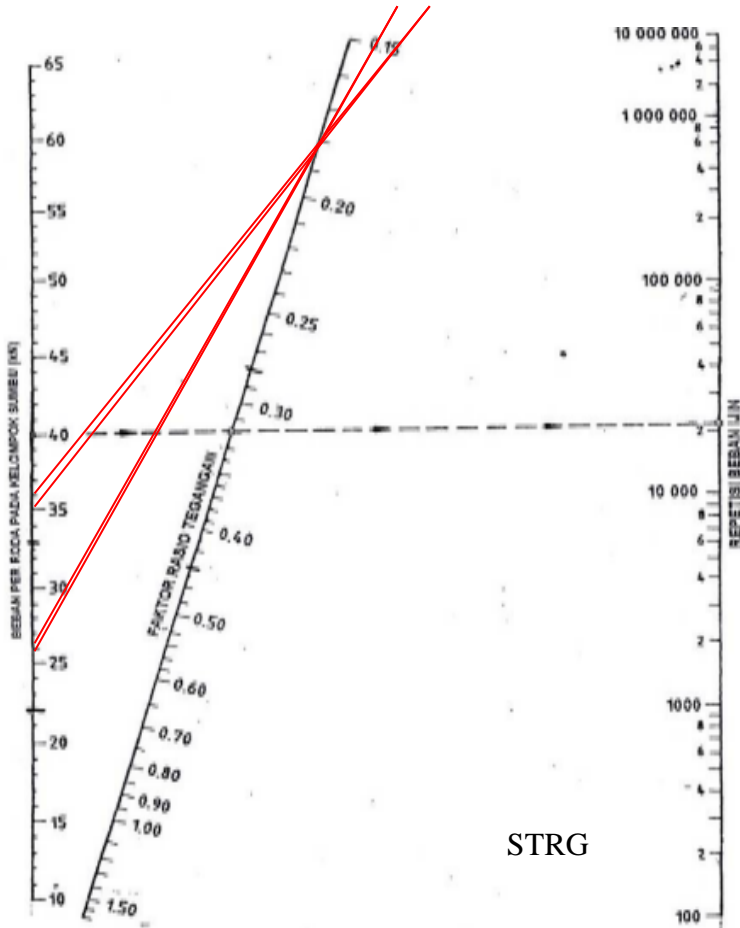
Jenis Sumbu	Beban Sumbu		Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
	ton	(kN)				Repetisi Ijin	Persen Rusak	Repetisi Ijin	Persen Rusak
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
STRT	7,56	75,60	45,36	13748037	TE :	TT	0.00%	TT	0.00%
	6,25	62,50	37,50	4197975	0,46	TT	0.00%	TT	0.00%
	6,19	61,90	37,13	65239752	FRT :	TT	0.00%	TT	0.00%
	5,65	56,50	33,91	15166450	0,114	TT	0.00%	TT	0.00%
					FE :				
					1,50				
STRG	12,01	120,10	36,04	65239752	TE :	TT	0.00%	70000000	93,20%
	11,76	117,60	35,28	13748037	0,72	TT	0.00%	TT	0.00%
	8,79	87,90	26,38	15166450	FRT :	TT	0.00%	TT	0.00%
	8,48	84,80	25,78	15166450	0,18	TT	0.00%	TT	0.00%
					FE :				
					2,10				
STdRG	22,68	226,80	34,02	13748037	TE :	TT	0.00%	10000000	137,48%
	18,75	187,50	28,13	4197975	0,62	TT	0.00%	TT	0.00%
					FRT :				
					0,15				
					FE :				
					2,23				
TOTAL :							0%		230,68%

Dengan tebal 29,5 cm, terlihat total presen rusak erosi sebesar 230,68 % > 100%, maka tebal perkerasan tersebut tidak memenuhi.

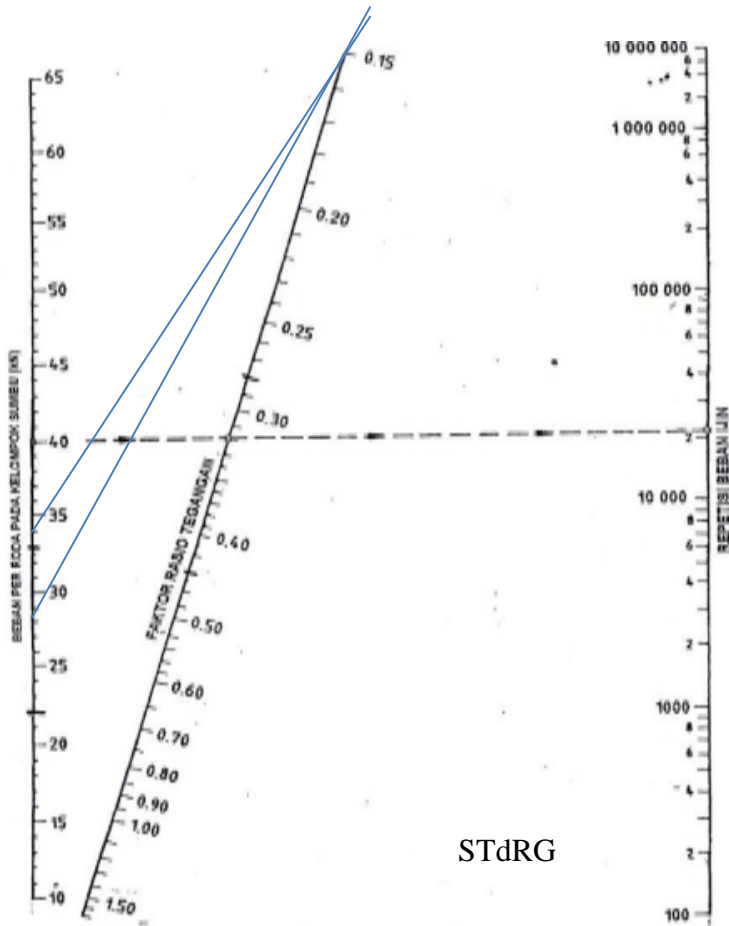


STRT

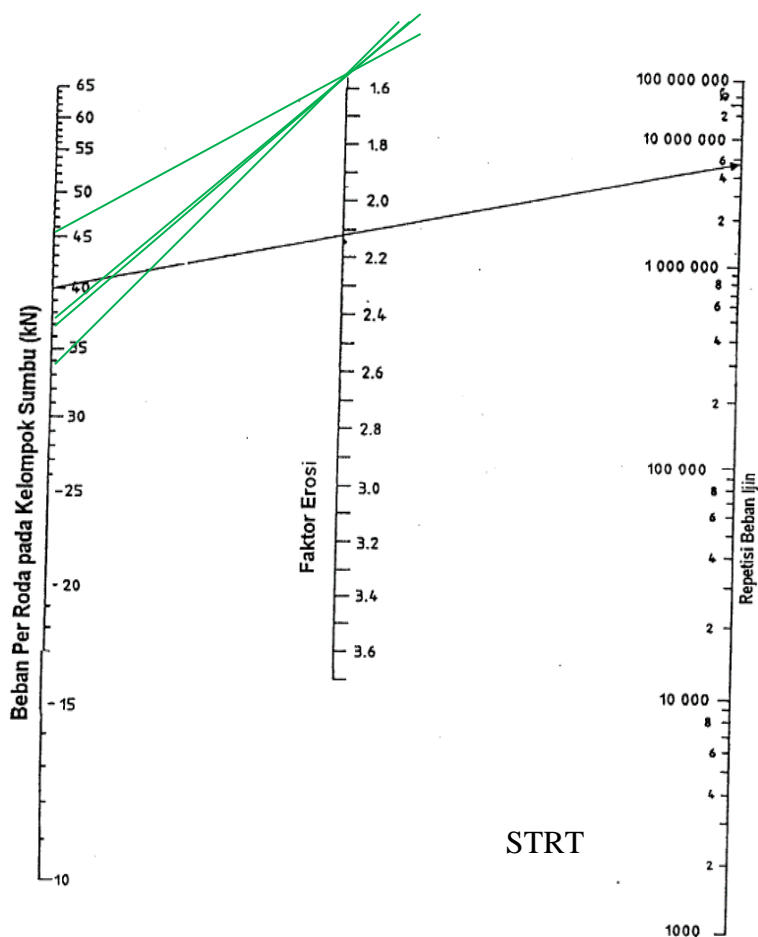
Gambar 5. 10 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STRT



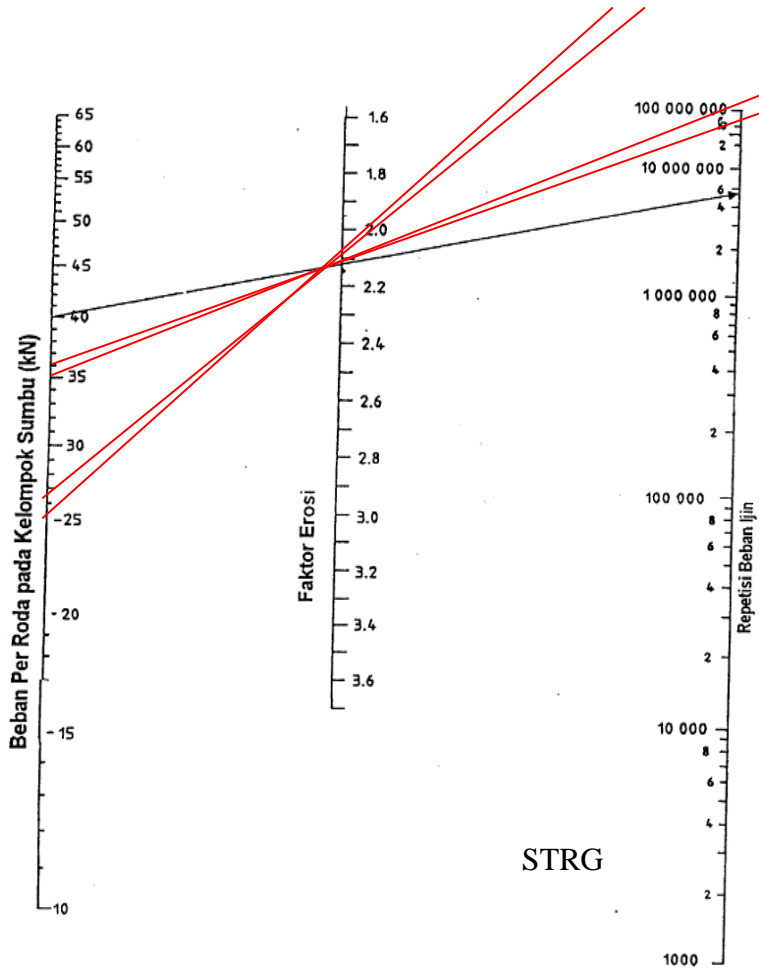
Gambar 5. 11 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STRG



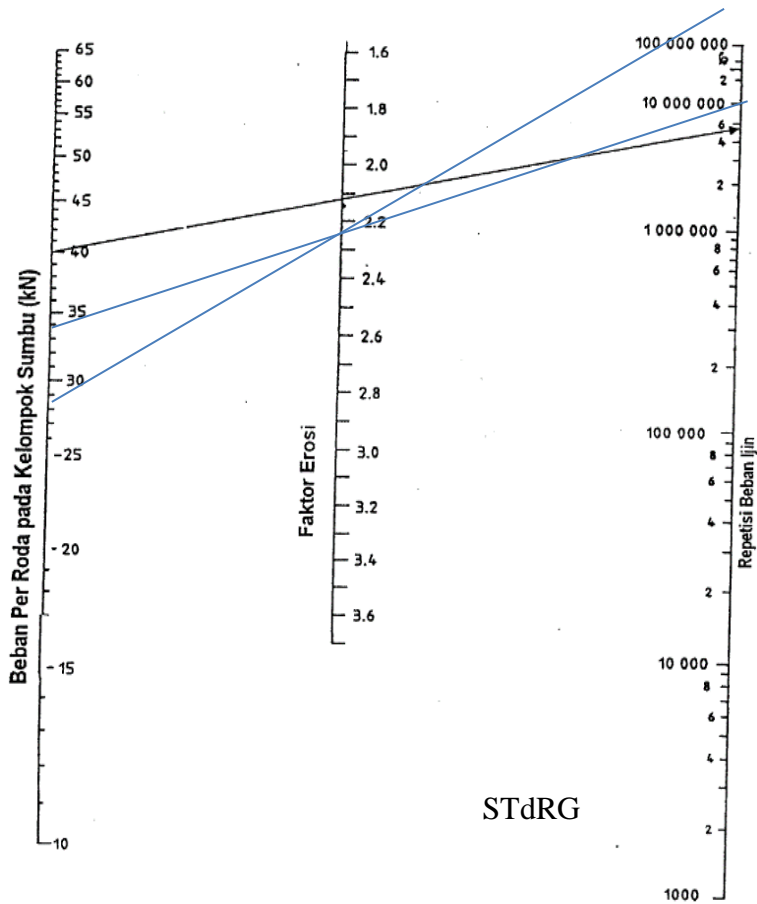
Gambar 5. 12 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STdRG



Gambar 5. 13 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STRT



Gambar 5. 14 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STRG



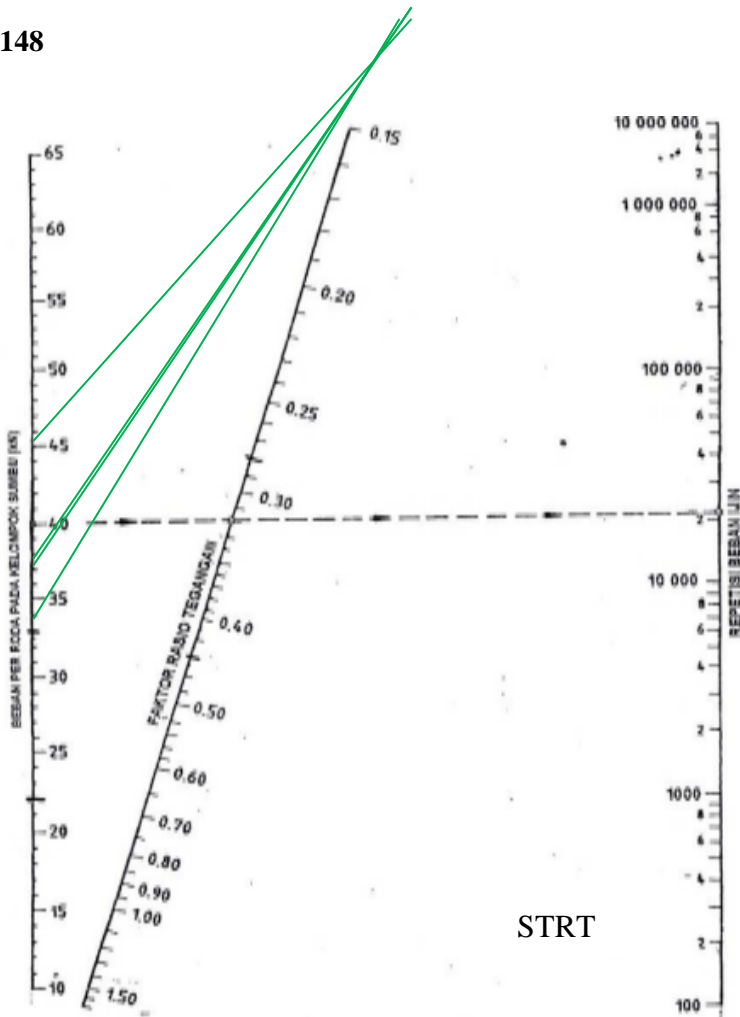
Gambar 5. 15 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STdRG

3. Tebal Taksiran Pelat Beton 30 cm

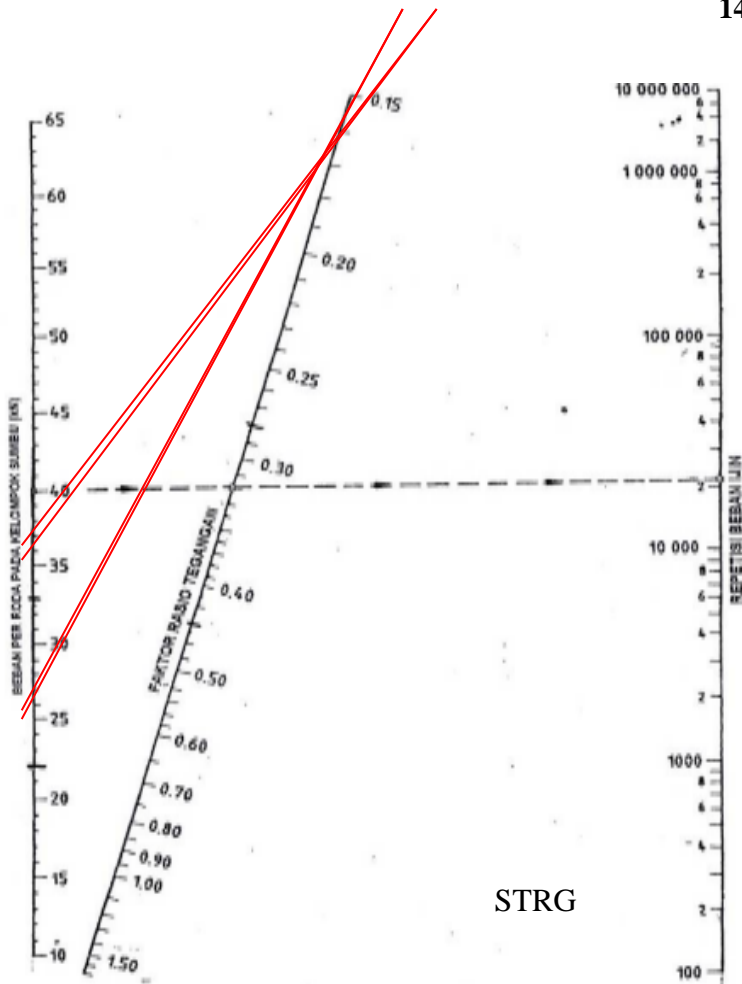
Tabel 5. 16 Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi Tebal 30 cm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu		Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
	ton	(kN)				Repetisi Ijin	Persen Rusak	Repetisi Ijin	Persen Rusak
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
STRT	7,56	75,60	45,36	13748037	TE :	TT	0.00%	TT	0.00%
	6,25	62,50	37,50	4197975	0,45	TT	0.00%	TT	0.00%
	6,19	61,90	37,13	65239752	FRT :	TT	0.00%	TT	0.00%
	5,65	56,50	33,91	15166450	0,112	TT	0.00%	TT	0.00%
					FE :				
STRG					1,48				
	12,01	120,10	36,04	65239752	TE :	TT	0.00%	TT	0.00%
	11,76	117,60	35,28	13748037	0,70	TT	0.00%	TT	0.00%
	8,79	87,90	26,38	15166450	FRT :	TT	0.00%	TT	0.00%
	8,48	84,80	25,78	15166450	0,17	TT	0.00%	TT	0.00%
STdRG					FE :				
					2,08				
	22,68	226,80	34,02	13748037	TE :	TT	0.00%	14000000	98,20%
	18,75	187,50	28,13	4197975	0,61	TT	0.00%	TT	0.00%
					FRT :				
					0,15				
					FE :				
					2,21				
TOTAL :							0%		98,20%

Dengan tebal 30 cm, terlihat total presen rusak erosi sebesar 98,20 % < 100%, maka tebal perkerasan tersebut memenuhi (OK).

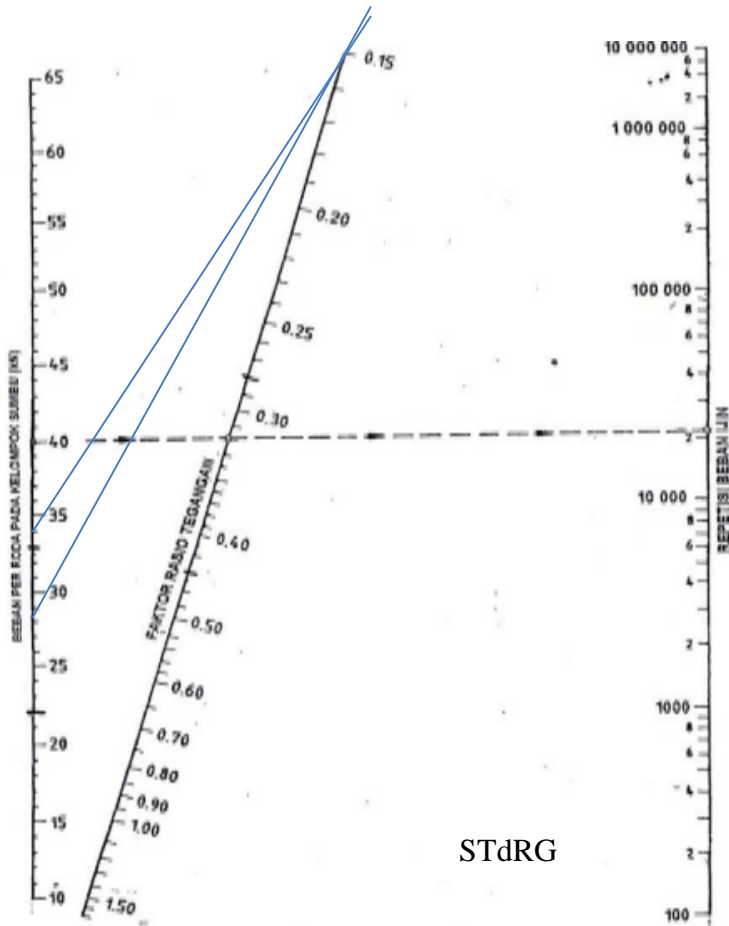


Gambar 5. 16 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STRT

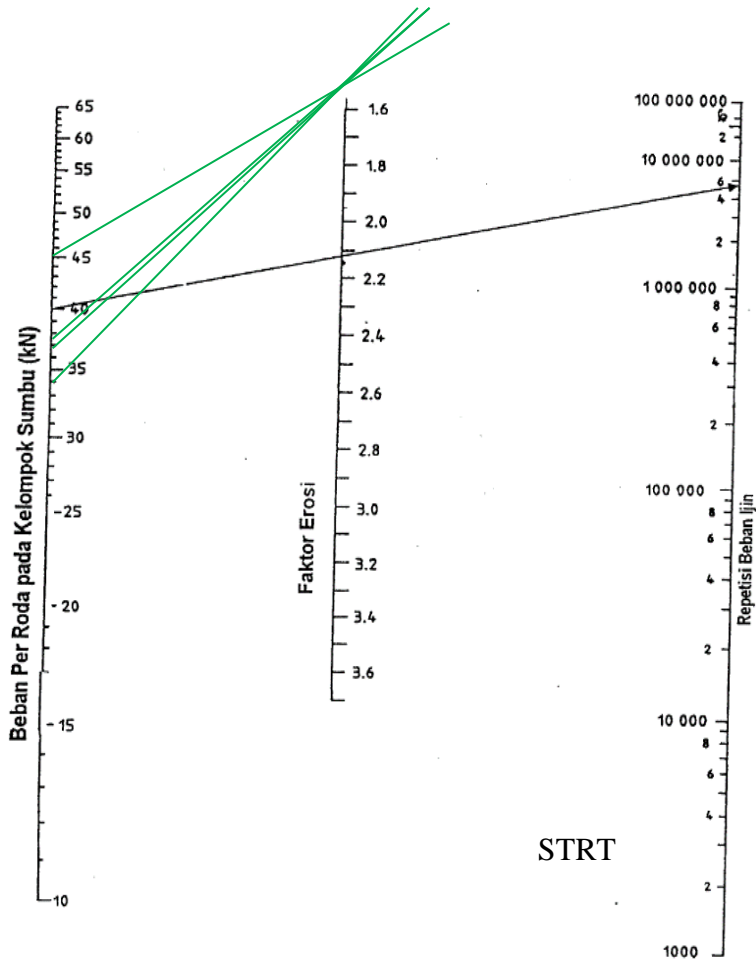


STRG

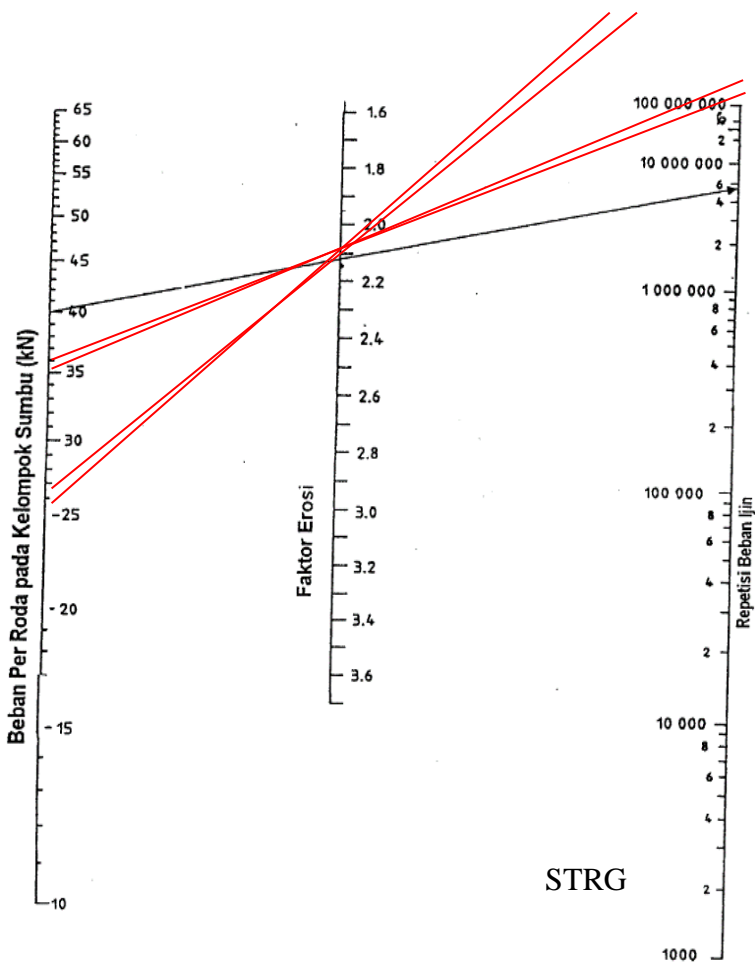
Gambar 5. 17 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STRG



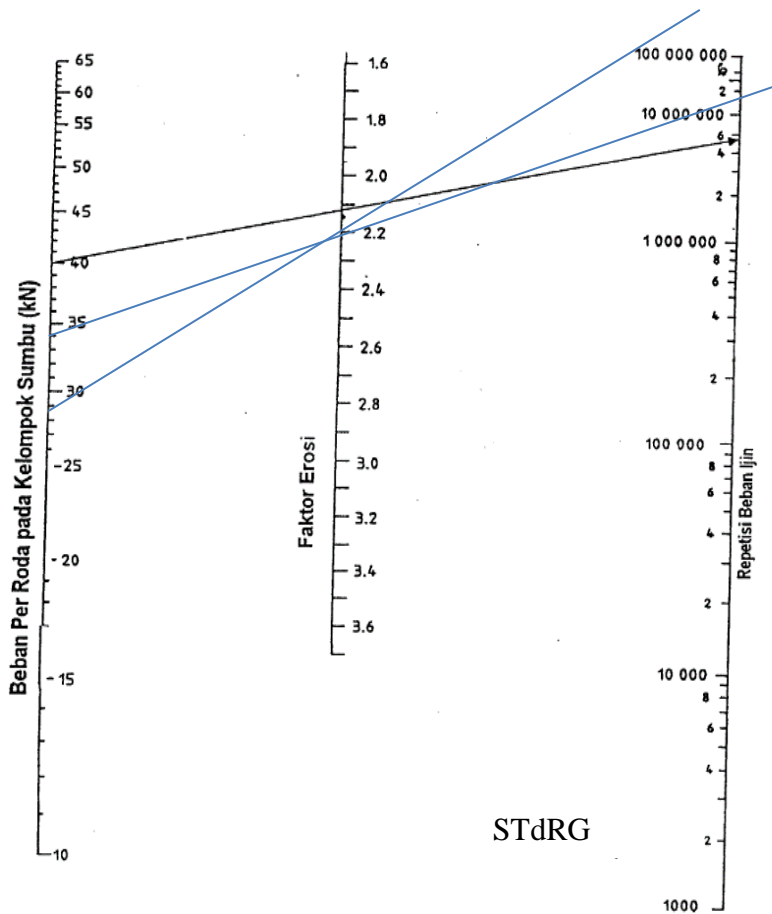
Gambar 5. 18 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Sumbu Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan Bahu Jalan untuk STdRG



Gambar 5. 19 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STRT



Gambar 5. 20 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STRG



Gambar 5. 21 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton untuk STdRG

5.3.6. Perhitungan Sambungan

Perhitungan Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) :
 Beton K - 350

$$\text{Tebal Pelat} = 300 \text{ mm} = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Pelat} = 3 \times 3,6 \text{ m} = 10,8 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Pelat} = 5 \text{ m}$$

a. Tie Bar (Sambungan Memanjang)

$$\begin{aligned} A_t &= 204 \times b \times h \\ &= 204 \times 3,6 \times 0,30 \\ &= 220,32 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dicoba tulangan tie bar baja ulir D19

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \pi 19^2 \\ &= 283,39 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\frac{A_t}{A_1} = \frac{220,32}{283,39} = 0,78 \approx 1$$

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

Panjang batang pengikat (tie bar)

$$\begin{aligned} L &= (38,3 \times 19) + 75 \\ &= 802,7 \text{ mm} = 800 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\text{Diameter tie bar} = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang tiap tie bar} = 800 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak tie bar} = 750 \text{ mm}$$

b. Dowel (Ruji)

Ketentuan penggunaan dowel sebagai sambungan susut melintang pelat beton, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5. 17 Diameter Ruji

No.	Tebal Pelat Beton, h (mm)	Diameter Ruji (mm)
1.	150	19
2.	175	25
3.	200	25
4.	225	32
5.	250	32
6.	275	32
7.	300	38
8.	325	38
9.	350	38

Sumber : *Principles of Pavement Design 2nd Ed, E.J Yoder, M.W. Witczak*

Berdasarkan tabel diatas, dowel yang digunakan berdiameter 38 mm. Sambungan susut melintang dipasang setiap jarak 5 m, sambungan ini dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm dan jarak antar ruji adalah 30 cm.

Menghitung dowel menggunakan ruji polos berdiameter 25 mm :

$$\begin{aligned}
 11\varnothing 38 &= A_s = 11 \times \frac{1}{4} \pi d^2 \\
 &= 11 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 38^2 \\
 &= 12468,94 \text{ mm}^2 \\
 \varnothing 25 &= A_1 = \frac{1}{4} \pi d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 25^2 \\
 &= 490,63 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\frac{A_s}{A_1} = \frac{12468,94}{490,63} = 25,41 \approx 25 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak antar ruji} = \frac{3600}{25} = 144 \approx 140 \text{ cm}$$

Jadi, digunakan ruji polos berdiameter 25 mm dengan panjang 45 cm dan jarak antar ruji 140 cm.

5.4. Perencanaan Saluran Tepi

5.4.1. Analisa Hidrologi

Untuk menentukan intensitas curah hujan dalam suatu periode T tahun. Data curah hujan yang kami gunakan merupakan data sekunder yang kami peroleh dari Buku Laporan Akhir Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya. Curah hujan yang berpengaruh pada lokasi kami yaitu, stasiun curah hujan Gubeng, stasiun curah hujan Keputih dan stasiun curah hujan Wonorejo seperti tabel berikut :

a. Data Curah Hujan

Tabel 5. 18 Curah Hujan Harian Rata-Rata

No.	Tahun	Hujan Harian Rata-rata (mm)		
		Gubeng	Keputih	Wonorejo
1.	2006	68	102	115
2.	2007	86	58	76
3.	2008	89	110	85
4.	2009	106	140	90
5.	2010	104	127	153
6.	2011	98	90	71
7.	2012	86	120	68
8.	2013	106	90	98
9.	2014	81	78	94
10.	2015	70	85	95

Sumber : Laporan Akhir FS jalan LLT Surabaya 2013

b. Menghitung Standart Deviasi

Tabel 5. 19 Stasiun Curah Hujan Gubeng

No.	Tahun	Gubeng	$X_i - X_{mean}$	$(X_i - X_{mean})^2$
1.	2003	68	-21,4	457,96
2.	2004	86	-3,4	11,56
3.	2005	89	-0,4	0,16
4.	2006	106	16,6	275,56
5.	2007	104	14,6	213,16

6.	2008	98	8,6	73,96
7.	2009	86	-3,4	11,56
8.	2010	106	16,6	275,56
9.	2011	81	-8,4	70,56
10.	2012	70	-19,4	376,36
	Σ	894		1766,4
	Mean	89,4		

Sumber : Laporan Akhir FS jalan LLT Surabaya 2013

$$S_x = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - X_{\text{mean}})^2}{n - 1}}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1766,4}{10 - 1}} = 14,010$$

Tabel 5. 20 Stasiun Curah Hujan Keputih

No.	Tahun	Keputih	$X_i - X_{\text{mean}}$	$(X_i - X_{\text{mean}})^2$
1.	2003	102	2	4
2.	2004	58	-42	1764
3.	2005	110	10	100
4.	2006	140	40	1600
5.	2007	127	27	729
6.	2008	90	-10	100
7.	2009	120	20	400
8.	2010	90	-10	100
9.	2011	78	-22	484
10.	2012	85	-15	225
	Σ	1000		5506
	Mean	100		

Sumber : Laporan Akhir FS jalan LLT Surabaya 2013

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{5506}{10 - 1}} = 24,734$$

Tabel 5. 21 Stasiun Curah Hujan Wonorejo

No.	Tahun	Wonorejo	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1.	2003	115	20,5	420,25
2.	2004	76	-18,5	342,25
3.	2005	85	-9,5	90,25
4.	2006	90	-4,5	20,25
5.	2007	153	58,5	3422,25
6.	2008	71	-23,5	552,25
7.	2009	68	-26,5	702,25
8.	2010	98	3,5	12,25
9.	2011	94	-0,5	0,25
10.	2012	95	0,5	0,25
	Σ	945		5562,5
	Mean	94,5		

Sumber : Laporan Akhir FS jalan LLT Surabaya 2013

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{5562,5}{10 - 1}} = 24,861$$

- c. Mencari intensitas curah hujan pada periode ulang 5 tahun.

Tabel 5. 22 Tabel Yt

Periode Ulang (Tahun)	Variasi yang Berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994*

Tabel 5. 23 Tabel Yn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI
03-3424-1994*

Tabel 5. 24 Tabel Sn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316
20	0,0628	1,0695	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0961
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313
40	0,1413	1,1435	1,1435	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596
60	0,17447	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,1690	1,1698	1,1906
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980
90	0,2007	1,2013	1,2013	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI
03-3424-1994*

Dari tabel di atas, didapat nilai Y_t , Y_n , dan S_n sebagai berikut :

$$Y_t = 1,4999$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

$$X_t = X_{\text{mean}} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

$$\begin{aligned} X_t \text{ Keputih} &= 100 + \frac{24,734}{0,9496} (1,4999 - 0,4952) \\ &= 126,169 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_t \text{ Gubeng} &= 89,4 + \frac{14,010}{0,9496} (1,4999 - 0,4952) \\ &= 104,222 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_t \text{ Wonorejo} &= 94,5 + \frac{24,861}{0,9496} (1,4999 - 0,4952) \\ &= 120,803 \text{ mm} \end{aligned}$$

Curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam selama 4 jam, maka I dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$I = \frac{90\% \times X_t}{4}$$

$$I \text{ Keputih} = \frac{90\% \times 126,169}{4} = 23,388 \text{ mm/jam}$$

$$I \text{ Gubeng} = \frac{90\% \times 104,222}{4} = 23,450 \text{ mm/jam}$$

$$I \text{ Wonorejo} = \frac{90\% \times 120,803}{4} = 27,181 \text{ mm/jam}$$

$$I \text{ gabungan} = \frac{23,388 + 23,450 + 27,181}{3} = 26,340 \text{ mm/jam}$$

I gabungan yang telah di dapatkan dari hasil perhitungan, kemudian di plotkan dalam grafik kurva basis. Karena pada kurva basis terdapat angka I minimum sebesar 30 mm/jam maka intensitas hujan di plotkan pada titik $TC = 240$ menit dan I sebesar 30 mm/jam ditarik garis sejajar dengan garis lengkung basis.

5.4.2. Analisa I segment

Jalan lingkaran luar ini mempunyai ROW 60 m dan 40 m (daerah perumahan Pakuwon). Jalan lingkaran luar timur Surabaya di rencanakan 6/2D main road dan 4/2 D frontage road. Maka perlu analisa I segment untuk mencari debit di segment tersebut.

Perhitungan waktu konsentrasi segment (TC)

Untuk mendapatkan waktu konsentrasi kita perlu menghitung waktu inlet (T1) dan waktu aliran dalam saluran (T2). Jumlah antara T1 dan T2 adalah TC. Perhitungan T1 berdasarkan kondisi geometrik jalan, untuk jalan lingkaran luar timur Surabaya T1 di tinjau dari ketiga kondisi yaitu Main road ROW 60, Fly over ROW 60 dan Fly over ROW 40. Apabila dalam satu segment terdapat dua kondisi geometrik jalan atau lebih, maka di ambil T1 terkecil. Elemen perhitungan T1 adalah L_o (Batas daerah pengaliran yang di perhitungkan), kemiringan jalan dan n_d (koefisien hambatan kondisi permukaan) ditunjukkan dalam tabel 5.19.

Tabel 5. 25 Nilai n_d

Kondisi Lapis Permukaan	N_d
1. Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2. Permukaan licin dan kedap air	0,020
3. Permukaan licin dan kokoh	0,100
4. Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5. Padang rumput dan perumputan	0,400
6. Hutan gundul	0,600
7. Hutan rimbum dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI
03-3424-1994

Menghitung Waktu Inlet pada Fly Over ROW 60

$$t1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$\begin{aligned} t \text{ median} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,2 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 0,789 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t \text{ badan jalan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 10,8 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 1,138 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t \text{ bahu jalan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,167} \\ &= 0,89 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t \text{ trotoar} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 0,88 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t1 &= t \text{ median} + t \text{ badan jalan} + t \text{ bahu jalan} + t \text{ trotoar} \\ &= 0,789 + 1,138 + 0,89 + 0,88 = 2,908 \text{ menit} \end{aligned}$$

Menghitung Waktu Inlet pada Fly Over ROW 40

$$t1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$\begin{aligned} t \text{ median} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,2 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 0,789 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t \text{ badan jalan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 10,8 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 1,138 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t \text{ bahu jalan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,167} \\ &= 0,773 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t \text{ trotoar} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \end{aligned}$$

$$= 0,822 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} t1 &= t \text{ median} + t \text{ badan jalan} + t \text{ bahu jalan} + t \text{ trotoar} \\ &= 0,789 + 1,138 + 0,773 + 0,822 = 2,733 \text{ menit} \end{aligned}$$

Menghitung Waktu Inlet pada Main Road ROW 60

$$t1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$\begin{aligned} t \text{ median} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,2 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 0,789 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t \text{ badan jalan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 10,8 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 1,138 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t \text{ bahu jalan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,167} \\ &= 0,773 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t \text{ median 2} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 0,988 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t1 &= t \text{ median} + t \text{ badan jalan} + t \text{ bahu jalan} + t \text{ median 2} \\ &= 0,789 + 1,138 + 0,773 + 0,988 = 3,016 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 5. 26 Rekapitulasi Perhitungan t1 untuk Saluran Tepi Jalan

ROW 60				
Bagian	Lo	nd	s	t1
Median	1,2	0.013	2%	0.789
Badan Jalan	10,8	0.013	2%	1.138
Bahu Jalan	3,5	0.013	4%	0.890
Trotoar	3	0.02	2%	0.988
Frontage	7,5	0.013	2%	1.071
Bahu Frontage	2	0.013	4%	0.811
Trotoar	2	0.02	2%	0.923
Permukiman	70	0.4	4%	2.601
				9.210

ROW 40				
Bagian	Lo	nd	s	t1
Median	1,2	0.013	2%	0.789
Badan Jalan	10,8	0.013	2%	1.138
Bahu Jalan	1,5	0.013	4%	0.773
Trotoar	1	0.02	2%	0.822
Frontage	1,5	0.013	2%	0.819
Bahu Frontage	2	0.013	4%	0.811
Trotoar	2	0.02	2%	0.923
Permukiman	70	0.4	4%	2.601
				8.674

Sumber : Hasil Perhitungan

Menentukan Waktu Aliran (t2)

Penentuan panjang aliran berdasarkan arah aliran.

$$t2 = \frac{L}{60 \times V}$$

$$L = 506,459 \text{ m (STA 6+000 – STA 6+506,459)}$$

$$V = 1,5 \text{ m/detik (Tabel 2 SNI 03-3424-1994)}$$

$$t2 = \frac{506,459}{60 \times 1,5} = 5,63 \text{ menit}$$

Tabel 5. 27 Rekapitulasi Perhitungan t2

STA Start	STA End	L	V	t2
6000	6506.459	506.459	1.5	5.63
6506.459	7280	773.541	1.5	8.59
7280	7831.040	551.04	1.5	6.12
7831.040	8300	468.96	1.5	5.21
8300	9000	700	1.5	7.78

Sumber : Hasil Perhitungan

Menentukan Waktu Konsentrasi (Tc)

$$Tc = t1 + t2$$

$$= 3.016 \text{ menit} + 5,63 \text{ menit} = 8,643 \text{ menit}$$

Tabel 5. 28 Rekapitulasi Perhitungan TC untuk Perencanaan Saluran Tepi Main Road

STA Start	STA End	t1	t2	TC
6000	6506.459	3.016	5.63	8.643
6506.459	7280	3.02	8.595	11.611
7280	7831.040	2.73	6.123	8.855
7831.040	8300	2.91	5.211	8.118
8300	9000	3.016	7.78	10.793

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 29 Rekapitulasi Perhitungan TC untuk Perencanaan Saluran Tepi Jalan

STA Start	STA End	t1	t2	Tc
6000	6506.459	9.210	5.63	14.837
6506.459	7280	9.210	8.59	17.805
7280	7831.040	8.674	6.12	14.797
7831.040	8300	9.210	5.21	14.420
8300	9000	9.210	7.78	16.987

Sumber : Hasil Perhitungan

Menentukan Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan maksimum (mm/jam) ditentukan dengan cara memplotkan harga Tc pada kurva basis, kemudian Tarik garis ke atas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana. Sehingga didapatkan nilai I.

Tabel 5. 30 Rekapitulasi Intensitas Hujan Perencanaan Saluran Tepi Main Road

STA Start	STA End	Tc	I
6000	6506.459	8.643	170
6506.459	7280	11.503	162
7280	7831.040	8.855	168
7831.040	8300	8.118	172
8300	9000	10.793	165

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 31 Rekapitulasi Intensitas Hujan Perencanaan Saluran Tepi Jalan

STA Start	STA End	Tc	I
6000	6506.459	14.837	136
6506.459	7280	17.805	132
7280	7831.040	14.797	136
7831.040	8300	14.420	137
8300	9000	16.987	137

Sumber : Hasil Perhitungan

Menentukan Koefisien Pengaliran (C)

C1 median (Jalan beton)	= 0,80
C2 badan jalan (Jalan beton)	= 0,80
C3 bahu jalan (Jalan beton)	= 0,80
C4 trotoar (Paving)	= 0,60

STA 6+000 – 6+011,454

Menentukan luas daerah pengaliran diambil permeter panjang dari berbagai kondisi dengan asumsi L permeter.

Berikut contoh perhitungan C fly over 60.

A1 median	= 1,2 m x 1 m	= 12 m ²
A2 badan jalan	= 10,8 m x 1 m	= 10,8 m ²
A3 bahu jalan	= 3,5 m x 1 m	= 3,5 m ²
A4 trotoar	= 1 m x 1 m	= 1,5 m ²
A total		= 18,5 m ²

$$C = \frac{(C1 \times A1) + (C2 \times A2) + (C3 \times A3) + (C4 \times A4)}{A1 + A2 + A3 + A4}$$

$$C = \frac{(0,80 \times 13,745) + (0,80 \times 123,703) + (0,80 \times 40,089) + (0,60 \times 11,454)}{13,745 + 123,703 + 40,089 + 11,454}$$

$$= 0,78$$

Tabel 5. 32 Perhitungan C Kumulatif Perencanaan Saluran Tepi Main Road

Fly Over	B	L	A	C	C kumulatif
----------	---	---	---	---	-------------

ROW 60					
Median	1.2	1	1.2	0.8	0.78
Badan Jalan	10.8	1	10.8	0.8	
Bahu Jalan	3.5	1	3.5	0.8	
Trotoar	1.5	1	1.5	0.6	
Fly Over ROW 40	B	L	A	C	C komulatif
Median	1.2	1	1.2	0.8	0.79
Badan Jalan	10.8	1	10.8	0.8	
Bahu Jalan	1.5	1	1.5	0.8	
Trotoar	1	1	1	0.6	
Main Road ROW 60	B	L	A	C	C komulatif
Median	1.2	1	1.2	0.7	0.65
Badan Jalan	10.8	1	10.8	0.7	
Bahu Jalan	3.5	1	3.5	0.7	
Trotoar	3	1	3	0.4	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 33 Perhitungan C Komulatif Perencanaan Saluran Tepi Jalan

Bagian	B	L	A	C	C komulatif
Median	1.2	1	1.2	0.75	0.682
Badan Jalan	10.8	1	10.8	0.75	
ahu Jalan	3.5	1	3.5	0.65	
Trotoar	3	1	3	0.2	
Frontage	7.5	1	7.5	0.75	
Bahu Frontage	2	1	2	0.65	
Trotoar	2	1	2	0.2	
Permukiman	70	1	70	0.7	

Bagian	Lo	L	A	C	C komulatif
Median	1.2	1	1.2	0.75	0.69
Badan Jalan	10.8	1	10.8	0.75	

ahu Jalan	1.5	1	1.5	0.65
Trotoar	1	1	1	0.2
Frontage	1.5	1	1.5	0.75
Bahu Frontage	2	1	2	0.65
Trotoar	2	1	2	0.2
Permukiman	80	1	80	0.7

Sumber : Hasil Perhitungan

Menghitung Debit (Q)

Perencanaan pipa fly over

Menghitung debit dilakukan dengan menggunakan C(koefisien aliran) dan I (curah hujan) per segmen.

Perhitungan pipa Fly over

Pipa fly over dipasang pipa dengan besar diameter = 6" (0,1524 m)

Contoh perhitungan :

$$C = 0,78$$

$$A \text{ total} = 194,718 \text{ m}^2 = 0,000194718 \text{ km}^2$$

$$I \text{ maks} = 170 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

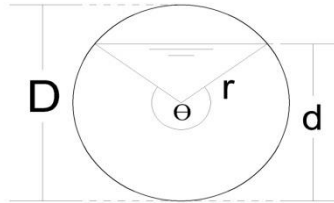
$$= \frac{1}{3,6} \times 0,78 \times 170 \times 0,000195 = 0,007 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Tabel 5. 34 Rekapitulasi Perhitungan Debit pada Fly Over

STA Start	STA End	B	L	C	I	A	Q
6000	6011.45	17	11.454	0.78	170	0.000195	0.0072
6506.46	6880	17	373.541	0.78	162	0.006350	0.224
6880	7100	17	220	0.78	162	0.003740	0.132
7280	7831.04	14.5	551.041	0.79	168	0.007990	0.293
8300	8639.92	17	339.920	0.79	172	0.005779	0.216

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk menyamakan desain dimensi pipa maka dimensi pipa direncanakan dengan pipa berdiameter 6" (0,1524) dengan ketentuan dan kemiringan sesuai dengan V rencana



$$\begin{aligned}\emptyset &= 4.5 \times \text{radial (53)} \\ &= 4.163\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= \frac{1}{8}(\emptyset - \sin \emptyset) D^2 \\ &= \frac{1}{8}(4.163 - \sin (4.163)) 0.1524^2 \\ &= 0.0146\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= 2r \\ &= 2 \times (0.0762) \\ &= 0.1524 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R &= A/P \\ &= 0.0146/0.1524 \\ &= 0.0955\end{aligned}$$

$$C = 140$$

S = direncanakan sesuai kemiringan jalan apabila v tidak memenuhi maka s direncanakan.

$$\begin{aligned}V &= 0.849 \times C \times S^{0.54} \times \frac{1}{4} D^{0.632} \\ &= 0.849 \times 140 \times 0.03^{0.54} \times \frac{1}{4} 0.1524^{0.632} \\ &= 1.03 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Tabel 5. 35 Rekapitulasi Perhitungan V

I	V
3%	2.721367
3%	2.721367
0.15%	0.539798
0.30%	0.784851
3%	2.721367

Sumber : Hasil Perhitungan

$$Q_{\text{pipa}} = V \times A$$

Perencanaan pipa berdasarkan debit yang harus di tampung menggunakan pipa berdiameter 6". Apabila meluber maka harus di bagi ke beberapa segment tergantung seberapa besar hasil pembagian dari debit rencana yang ditampung / debit kapasitas tampungan pipa.

I	V	Q_{pipa}	Q_r	Keterangan	Jumlah Segment	L max
3%	2.27	0.059	0.007	Aman		
3%	2.27	0.059	0.224	Meluber	3.8	98.2
0.45%	0.81	0.021	0.132	Meluber	6.2	35.2
0.45%	0.81	0.021	0.293	Meluber	13.9	39.7
3%	2.27	0.059	0.216	Meluber	3.7	92.5

Sumber : Hasil Perhitungan

Saluran pipa yang tidak dapat menampung air perlu di bagi ke beberapa segment dengan tujuan untuk memecah debit agar tidak terjadi banjir pada daerah main road.

Untuk pembagian segment di lakukan dengan rumus :

$$\text{Jumlah Segment} = \frac{Q_r}{Q_s}$$

$$L \text{ segment} = \frac{L \text{ yang ditinjau}}{\text{Jumlah segment}}$$

7831.04	7900	14.5	68.959	0.79	172	0.00100	0.038
7900	8300.00	17	400	0.78	172	0.00680	0.254
Total debit segment 4							0.292
8300	8639.92	17	339.92	0.78	172	0.00578	0.216
8639.92	9000	18.5	360.08	0.65	165	0.00666	0.199
Total debit segment 5							0.415

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, untuk merencanakan saluran tepi main road yang direncanakan terbagi menjadi 2 segment maka debit yang diperoleh harus dibagi 2.

Maka direncanakan saluran tepi main road dengan menentukan kemiringan dan menentukan dimensi berdasarkan hasil perhitungan :

Diketahui :

$$d = 0.4 \text{ m}$$

$$b = 0.75 \text{ m}$$

$$n = 0.019$$

$$Q_r = 0.289/2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_r = 0.144 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned} A &= b \times d \\ &= 0.75 \times 0.4 = 0.3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2d \\ &= 0.75 + 2(0.4) \\ &= 1.55 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= A/P \\ &= 0.3/1.55 = 0.194 \end{aligned}$$

$$w = 0.2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} D &= d + w \\ &= 0.4 + 0.2 = 0.6 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times (R^{2/3}) \times (i^{1/2}) \\ &= \frac{1}{0.019} \times (0.194^{2/3}) \times (0.0015^{1/2}) \\ &= 0.68 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= V \times A \\ &= 0.68 \text{ m/s} \times 0.3 \text{ m}^2 \\ &= 0.205 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kontrol} &= Q_r < Q_s \\ &0.144 < 0.205 \text{ (aman)} \end{aligned}$$

Perhitungan drainase melintang jalan dengan menentukan lebar (b) dan tinggi (d) dengan tinggi jagaan sebesar 0,5d. Maka di peroleh hasil seperti dalam tabel :

Tabel 5. 38 Rekapitulasi Perhitungan Dimensi Saluran Tepi *Main Road*

Segment	Qr	b	d	w	D	s	N
1	0.144	0.75	0.4	0.2	0.6	0.15%	0.019
2	0.224	0.75	0.5	0.2	0.7	0.15%	0.019
3	0.147	0.75	0.4	0.2	0.6	0.15%	0.019
4	0.146	0.75	0.4	0.2	0.6	0.15%	0.019
5	0.207	0.75	0.5	0.2	0.7	0.15%	0.019

Segment	A	P	R	V	Qs	Keterangan
1	0.3	1.55	0.194	0.682	0.205	Aman
2	0.375	1.75	0.214	0.730	0.274	Aman
3	0.3	1.55	0.194	0.682	0.205	Aman
4	0.3	1.55	0.194	0.682	0.205	Aman
5	0.375	1.75	0.214	0.730	0.274	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

Perencanaan Saluran Melintang Jalan (*Cross Drain*)

Sebagai sarana mengalihkan debit ke saluran tepi, maka perlu di buat drainase yang melintang jalan (cross drain). Tujuannya agar air dari main road tidak mengalir secara liar di atass permukaan frontage road. Drainase melintang jalan di rencanakan di tengah segment.

$$\begin{aligned}\text{Letak Cross drain 1} &= 6506 - 253 \text{ m} \\ &= 6253\end{aligned}$$

Tabel 5. 39 Penentuan Letak *Cross Drain*

Segment	STA	STA	L	L	STA	STA
---------	-----	-----	---	---	-----	-----

	Start	End		CD	CD	CD'
1	6000	6506	506	253	6253	6000
2	6506	7280	774	387	6893	7280
3	7280	7831	551	276	7556	7280
4	7831	8300	469	234	8066	8300
5	8300	9000	700	350	8650	8300

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan perletakan cross drain seperti dia atas maka dapat di cari debit dengan cara memngalikan seperempat debit persegmen yang diperoleh dari cathment main road saja. Berikut rekapitulasi perhitungan debit main road.

Tabel 5. 40 Rekapitulasi Perhitungan Debit (Q) Cross Drain

STA Start	STA End	B	L	C	I	A	Q
6000	6011.45	17	11.454	0.78	170	0.00019	0.007
6011.45	6506.46	18.5	495.005	0.65	170	0.00916	0.282
Total debit segment 1							0.289
6506.46	6880	17	373.541	0.78	162	0.00635	0.224
6880	7100	17	220	0.78	162	0.00374	0.132
7100	7280	14.5	180	0.79	162	0.00261	0.092
Total debit segment 2							0.448
7280	7831.04	14.5	551.041	0.79	168	0.00799	0.293
Total debit segment 3							0.293
7831.04	7900	14.5	68.959	0.79	172	0.00100	0.038
7900	8300.00	17	400	0.78	172	0.00680	0.254
Total debit segment 4							0.292
8300	8639.92	17	339.92	0.78	172	0.00578	0.216
8639.92	9000	18.5	360.08	0.65	165	0.00666	0.199
Total debit segment 5							0.415

Sumber : Hasil Perhitungan

Debit yang telah diperoleh dari tabel harus dibagi menjadi 2 karena dalam satu segment terdapat 2 cross drain yang terpasang.

Perhitungan drainase melintang jalan dengan menentukan lebar (b) dan tinggi (d) dengan tinggi jagaan sebesar 0,2 m .Maka di peroleh hasil seperti dalam tabel :

Tabel 5. 41 Rekapitulasi Perhitungan Dimensi Cross Drain

Segment	Qr	b	d	w	D	s	n
1	0.144	0.50	0.3	0.2	0.5	0.5%	0.019
2	0.224	0.50	0.5	0.2	0.7	0.5%	0.019
3	0.147	0.50	0.3	0.2	0.5	0.5%	0.019
4	0.146	0.50	0.3	0.2	0.5	0.5%	0.019
5	0.207	0.50	0.4	0.2	0.6	0.5%	0.019

Segment	A	P	R	V	Qs	Keterangan
1	0.15	1.1	0.136	0.986	0.148	Aman
2	0.25	1.5	0.167	1.127	0.282	Aman
3	0.15	1.1	0.136	0.986	0.148	Aman
4	0.15	1.1	0.136	0.986	0.148	Aman
5	0.2	1.3	0.154	1.069	0.214	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

Perencanaan Saluran Tepi Jalan

Pada dasarnya perhitungan debit sama dengan perhitungan debit pada fly over. Hal yang membedakan hanya koefisien aliran (C) dan luas area (A)

Contoh perhitungan :

$$C = 0,65$$

$$A_{\text{total}} = 9157,59 \text{ m}^2 = 0,009158 \text{ km}^2$$

$$I_{\text{maks}} = 170 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$= \frac{1}{3,6} \times 0,65 \times 170 \times 0,009158 = 0,282 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Tabel 5. 42 Perhitungan Debit (Q) Saluran Tepi Jalan

STA Start	STA End	B	L	C	I	A	Q
6000	6011.45	17	11.454	0.78	170	0.000195	0.007
6011.45	6506.46	18.5	495.005	0.65	170	0.009158	0.282
6506.46	6880	17	373.541	0.78	162	0.006350	0.224
6880.00	7100	17	220	0.78	162	0.003740	0.132
7100	7280	14.5	180	0.79	162	0.002610	0.092
7280	7831.04	14.5	551.041	0.79	168	0.007990	0.293
7831.04	7900	14.5	68.959	0.79	172	0.001000	0.038
7900	8300	17	400	0.78	172	0.006800	0.254
8300	8639.92	17	339.92	0.78	172	0.005779	0.216
8639.92	9000	18.5	360.08	0.65	165	0.006661	0.199

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka direncanakan saluran tengah dengan menentukan kemiringan dan menentukan dimensi berdasarkan hasil perhitungan :

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 d &= 1 \text{ m} & n &= 0.02 \\
 b &= 2 \text{ m} & Q_r &= 0.289 \text{ m}^3/\text{s} \\
 A &= b \times d & P &= b+2d \\
 &= 2 \times 1 & &= 2 + 2(1) \\
 &= 2 \text{ m}^2 & &= 4\text{m} \\
 R &= A/P \\
 &= 2/4 & &= 0.5 \\
 w &= \sqrt{0.5 d} \\
 &= \sqrt{0.5 \times 1} & &= 0.7 \text{ m} \\
 D &= d + w \\
 &= 1 + 0.7 & &= 1.7 \text{ m} \\
 V &= \frac{1}{n} \times (R^{2/3}) \times (i^{1/2}) \\
 &= \frac{1}{0.02} \times (0.5^{2/3}) \times (0.0005^{1/2})
 \end{aligned}$$

$$= 0.741 \text{ m/s}$$

$$Q_s = V \times A$$

$$= 0.741 \text{ m/s} \times 2 \text{ m}^2$$

$$= 1.483 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Kontrol} = Q_r < Q_s$$

$$1.305 < 1.483 \text{ (aman)}$$

Perhitungan drainase melintang jalan dengan menentukan lebar (b) dan tinggi (d) dengan tinggi jagaan sebesar 0,5d. Maka di peroleh hasil seperti dalam tabel :

Tabel 5. 43 Rekapitulasi Perhitungan Dimensi Saluran Tepi Jalan

segment	Q _r	b	d	w	D	s	N
1	1.305	2	1	0.7	1.7	0.05%	0.019
2	1.934	2	1.25	0.8	2.0	0.05%	0.019
3	1.436	2	1	0.7	1.7	0.05%	0.019
4	1.217	2	1	0.7	1.7	0.05%	0.019
5	1.817	2	1.2	0.8	2.0	0.05%	0.019

segment	A	P	R	V	Q _s	Keterangan
1	2	4	0.5	0.741	1.483	Aman
2	2.5	4.5	0.56	0.795	1.988	Aman
3	2	4	0.5	0.741	1.483	Aman
4	2	4	0.5	0.741	1.483	Aman
5	2.4	4.4	0.55	0.786	1.886	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

5.5. Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan pembangunan suatu proyek agar dapat berjalan dengan lancar, mudah dikontrol dan dapat selesai tepat pada waktu yang telah ditentukan. Maka perlu di rencanakan menggunakan metode yang sesuai dengan kondisi lapangan. Metode pekerjaan yang digunakan pada

proyek pembangunan jalan lingkaran luar timur Surabaya tersusun dari beberapa item pekerjaan.

5.5.1. Item Pekerjaan

1. Pekerjaan Pendahuluan
 - 1.1 Survey Lokasi
 - 1.2 Pembangunan Direksi Kit
 - 1.3 Pengukuran (Setting Out)
 - 1.4 Soil Investigation
 - 1.5 Penanganan Aliran
 - 1.6 Pekerjaan Utilitas
 - 1.7 Mobilisasi Alat Berat
 - 1.8 Pembersihan Area Proyek (Clearing & Grubbing)
2. Pengurugan dan Pemadatan Tanah
3. Pekerjaan Drainase
 - 3.1 Pekerjaan untuk Galian Drainase Jalan
 - 3.2 Pekerjaan Beton K-350 untuk Drainase
 - 3.3 Pemasangan Lubang Drainase
 - 3.4 Pemasangan Pipa Drainase
4. Pekerjaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)
 - 4.1 Pengecoran Lean Concrete
 - 4.2 Pemasangan Transversal Joint dan Longitudinal Joint
 - 4.3 Pekerjaan Beton K-350 dan Pekerjaan Beton K-125
5. Pekerjaan Finishing
 - 5.1 Pengecatan Marka
 - 5.2 Pemasangan Lampu Jalan
 - 5.3 Pembersihan Akhir
 - 5.4 Demobilisasi alat berat

5.5.2. Uraian Item Pekerjaan

1. Pekerjaan Pendahuluan

1.1 Survey Lokasi

Survey lokasi dilakukan di awal pekerjaan untuk mengidentifikasi lokasi serta menyesuaikan dengan rencana yang telah ada. Hal ini bertujuan untuk mempermudah penataan pekerjaan agar tidak terjadi kerancuan saat bekerja.

1.2 Pembangunan Direksi Kit

Sebelum melakukan pekerjaan, maka perlu pembangunan direksi kit sebagai salah satu sarana untuk dapat mengelola proyek dengan baik adalah tersedianya tempat bagi pengawas proyek dan kontraktor yang berupa direksi kit, untuk :

- Membuat laporan, mempelajari gambar, membuat gambar kerja dan semua administrasi proyek.
- Penempatan alat komunikasi, sehingga hubungan/komunikasi antara pemilik, pengawas dan kontraktor dapat berjalan dengan baik.

1.3 Pengukuran (Setting Out)

Pengukuran dalam proyek ini yaitu berupa pengukuran topografi lokasi proyek untuk memperjelas batas ROW dan detail elevasi sehingga memudahkan untuk perhitungan volume secara riil di lapangan. Pengukuran di lapangan menggunakan alat Total Station karena alat ini mampu memberikan hasil yang lebih valid dengan ketelitian yang sangat kecil.

1.4 Soil Investigation

Soil investigation bertujuan untuk mengetahui kondisi tanah di lokasi proyek seperti tes CBR, tes sondir, dan tes bahan urugan.

1.5 Penanganan Aliran

Penanganan aliran sungai bertujuan untuk memudahkan penanganan aliran sungai yang telah ada agar tidak terganggu akibat pekerjaan proyek di atasnya.

1.6 Pekerjaan Utilitas

Relokasi Utilitas untuk telkom, PDAM, LISTRIK serta utilitas umum lainnya harus berkoordinasi dengan pihak terkait, agar tidak mengganggu jalannya pekerjaan proyek, hal ini melalui beberapa tahapan :

- Pendapatan terhadap sarana yang masuk dalam ketentuan relokasi yang sudah ditetapkan
- Pelaporan terhadap Depertemen terkait
- Pemindahan Utilitas setelah mendapatkan persetujuan dari depertemen terkait

1.7 Mobilisasi Alat Berat

Mobilisasi alat berat adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk mendatangkan alat ke lokasi dengan mempertimbangkan kondisi existing lapangan serta cara yang digunakan harus efisien serta tidak mengganggu kegiatan proyek dan warga sekitar.

1.8 Pembersihan Area Proyek (Clearing & Grubbing)

Pembersihan lokasi proyek sangat diperlukan guna memperlancar jalannya pembangunan proyek. Pembersihan lahan dapat menggunakan bulldozer, excavator dan dump truck untuk mempercepat proses pembersihan lahan.

2. Pengurugan dan Pemadatan Tanah

Pekerjaan tanah timbunan dapat berupa galian atau timbunan. Galian dan pengurugan tanah dilakukan untuk membentuk kondisi tanah sesuai rencana. Tanah yang mengalami galian biasanya di gunakan untuk drainase atau elevasi rencana jalan berada di bawah tanah asli. Sedangkan tanah yang mengalami urugan terjadi pada area yang elevasi rencana jalan berada di atas elevasi tanah dasar yang ada. Pekerjaan ini menggunakan alat berat berupa excavator, bulldozer dan dump truck. Tanah urugan di dapatkan dari tanah hasil galian dan quarry terdekat yang telah lolos uji tes tanah dengan akses jalan yang sudah ditentukan. Tanah hasil galian yang tidak lolos uji tanah harus di buang ke area yang telah di tentukan di luar area proyek.

Berikut tahapan proses galian dan pengurugan tanah:

a. Galian tanah

1. Menentukan wilayah yang harus di gali serta memberikan batas agar tanah di sekitar tidak masuk kedalam galian.
2. Penggalan di lakukan di setiap segmen sepanjang 1Km.
3. Galian tanah di lakukan menggunakan excavator dan mobilisasi tanah yang tidak terpakai menggunakan dump truck 8m³.
4. Tanah galian di cek dengan Total Station untuk kesesuaian terhadap elevasi rencana.

b. Urugan Tanah

1. Tanah urugan urugan yang digunakan harus lolos test uji tanah. Jenis test yang harus dilaksanakan untuk uji timbunan (trial embankment) adalah sebagai berikut:
 - Kepadatan Lapangan (field density)

- Permeability lapangan (field permeability)
 - Berat Jenis (specific gravity)
 - Kadar Air (water content)
 - Konsistensi (consistency/Atterberg Limit)
 - Gradasi (gradation) Lapangan dan Laboratorium
 - Kepadatan Laboratorium (proctor compaction)
2. Tanah dari quarry yang diangkut oleh dumptruck ke lokasi di letakan di setiap segment sepanjang 1 Km.
 3. Tanah yang telah tiba di lokasi, lalu di hamparkan per lapis setebal 30 cm menggunakan bulldozer.
 4. Melakukan pemadatan tanah yang telah di hampar menggunakan vibro roller.
 5. Setelah mencapai elevasi yang di rencanakan, tanah yang telah di padatkan tadi di padatkan lagi menggunakan pneumatic tire roller untuk membuat tanah mampu mengisi rongga-rongga yang belum padat.
 6. Memadatkan kembali menggunakan vibro roller untuk meratakan tanah yang berongga akibat sheepfoot roller.
 7. Setelah tanah padat, kemudian membentuk superelevasi jalan menggunakan Motor grader.

3. Pekerjaan Drainase

3.1 Pekerjaan untuk Galian Drainase

Pekerjaan untuk galian drainase jalan dapat menggunakan alat bantu excavator dan di bantu oleh dump truck sebagai mobilisasi tanah buangan. Area yang di gali harus diukur menggunakan total station terlebih dahulu. Drainase jalan berada di tepi frontage road serta drainase melintang yang berguna untuk

mengalirkan debit yang terperangkap di tengah jalan menuju ke drainase utama.

3.2 Pekerjaan Beton K-350 untuk Drainase

Setelah dilakukan penggalian drainase, kemudian di pasang bekisting samping. Pengecoran menggunakan beton ready mix K-125 yang telah di pesan dari batching plan terdekat dan dilakukan sepanjang 250 m. Pengecoran harus berlangsung secara bersambung dalam setiap segmentnya. Kemudian di ratakan oleh pekerja lalu di haluskan agar permukaannya halus. Pencopotan bekisting dilakukan setelah 3 hari dari waktu pengecoran.

3.3 Pemasangan Lubang Drainase

Pemasangan lubang drainase dilakukan di tepi jalan dan dipasang setiap 10 m.

3.4 Pemasangan Pipa Drainase

Pemasangan pipa drainase di lakukan secara manual dengan panjang segmen yang telah di tentukan. Pipa drainase yang di pakai sesuai dengan perhitungan debit rencana kemudian di alirkan menuju satu pipa ke bak kontrol. Dari bak kontrol di alirkan melalui cross drain menuju drainase samping jalan.

4. Pekerjaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

4.1 Pengecoran Lean Concrete

Lokasi yang telah terhampar base course yang telah di padatkan, kemudian di pasang bekisting samping. Pengecoran di lakukan sepanjang 250 m dan di lakukan per jalur. Pengecoran di lakukan menggunakan beton ready mix K-125 yang telah di pesan dari batching plan terdekat. Pengecoran harus berlangsung secara bersambung dalam setiap

segmentnya. Kemudian di ratakan oleh pekerja lalu di haluskan agar permukaannya halus.

Setelah selesai mengecor beton LC di tutupi menggunakan kain geopolymer sebagai proses curing compound agar beton dapat mencapai mutu yang diinginkan.

4.2 Pemasangan Transversal Joint dan Longitudinal Joint

Setelah LC mencapai umur 28 hari maka siap di lakukan proses penulangan rigid. Pengeboran LC di lakukan melintang jalan sebagai tempat untuk meletakkan Transversal Joint. Kemudian di lakukan pengeboran memanjang jalan sebagai tempat untuk meletakkan longitudinal joint. Menyusun besi dowel dan tie bar sesuai rencana kemudian di bawa ke lokasi .

4.3 Pekerjaan Beton K-350 dan Pekerjaan Beton K-125

Pengecoran rigid pavement di lakukan menggunakan beton ready mix K-350 dan K-125 dengan dibawa oleh dump truck agar memudahkan proses dumping ke lokasi. Pengecoran di lakukan per lajur sepanjang 250 m. Adapun langkah pengecoran sebagai berikut :

- a. Memasang tulangan transversal joint dan longitudinal joint.
- b. Memasang stik sebagai tempat mengaitkan sling.
- c. Memasang kabel sling sebagai lintasan Gianzet.
- d. Setelah lokasi siap, beton ready mix di dumping ke lokasi kemudian diratakan oleh gianzet.
- e. Beton yang telah di ratakan oleh gianzet setelah 15 menit di lakukan pembuatan grip jalan oleh pekerja menggunakan alat garuk yang telah di modifikasi.
- f. Pencopotan bekisting di lakukan setelah 3 hari dari waktu pengecoran.

- g. Menutupi Rigid pavement menggunakan kain geotekstil sebagai proses curing compound.
- h. Menyiram air ke permukaan beton yang tertutupi selama 28 hari.
- i. Untuk pengendalian mutu beton sampel yang telah di ambil dari lokasi di tes pada hari ke 3, 7, 14 dan 28 dengan menggunakan konversi rumus sesuai peraturan. Apabila test mutu terpenuhi maka tidak di lakukan pembongkaran.

5. Pekerjaan Finishing

5.1 Pengecatan Marka

Pengecatan marka jalan di lakukan secara manual menurut marka yang telah di rencanakan. Marka jalan dapat berupa marka solid maupun marka putus-putus.

5.2 Pemasangan Lampu Jalan

Pemasangan lampu jalan yang berfungsi sebagai penerangan jalan di lakukan dengan berkoordinasi terlebih dahulu ke PLN untuk pemasangan instalasi kabel di usahakan tidak mengganggu warga sekitar dan tidak mudah untuk diretas oleh oknum yang tidak bertanggung jawab.

5.3 Pembersihan Akhir

Setelah pekerjaan berakhir hal yang perlu di lakukan adalah pembersihan lokasi. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memberi kenyamanan pada pengguna jalan agar terhindar dari hal yang tidak di inginkan yang di akibatkan oleh limbah hasil pekerjaan.

5.4 Demobilisasi Alat Berat

Setelah pembersihan berat selesai, alat berat yang masih ada dalam lokasi harus di bawa keluar dari area

jalan baru. Akses yang di gunakan juga harus di perbaiki. Lokasi harus di bersihkan kembali sebelum acara peresmian pembukaan jalan lingkaran luar timur surabay berlangsung.

5.6. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

5.6.1. Perhitungan Volume Pekerjaan

1. Pekerjaan Pendahuluan

- a. Pembangunan direksi kit

Diketahui :

Panjang = 8 m

Lebar = 4 m

Luas = $8 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 32 \text{ m}^2$

- b. Pembersihan area proyek (clearing & grubbing)

Diketahui :

Panjang = 2200 m

Lebar = 18,5 m (ROW 60)

Panjang = 800 m

Lebar = 14,5 m (ROW 40)

Luas = $(2200 \text{ m} \times 18,5 \text{ m}) + (800 \text{ m} \times 14,5 \text{ m})$
 $= 52300 \text{ m}^2$

2. Pengurugan dan Pemadatan Tanah

Tabel 5. 44 Rekapulasi Perhitungan Volume Pengurugan dan Pemadatan Tanah

STA	Area	Length	Volume
6000	36,99		
		25	980,21
6025	21,43		
		25	1021,99
6050	60,33		
		25	1309,55
6075	44,44		

		25	1413,86
6100	68,67		
		25	1773,76
6125	73,23		
		25	1805,16
6150	71,19		
		25	1708,71
6175	65,51		
		25	1663,70
6200	67,59		
		25	1764,03
6225	73,54		
		25	1914,07
6250	79,59		
		25	2032,38
6275	83,00		
		25	2050,20
6300	81,01		
		25	2030,70
6325	81,44		
		25	2069,02
6350	84,08		
		25	2219,12
6375	93,45		
		25	2457,64
6400	103,16		
		25	2507,15
6425	97,41		
		25	2303,91
6450	86,90		
		25	2089,80
6475	80,28		
		25	1984,86
6500	78,51		
		25	2216,24
6525	98,79		
		25	2797,97

6550	125,05		
		25	3414,70
6575	148,13		
		25	3626,61
6600	142,00		
		25	4144,66
6625	189,57		
		25	4857,76
6650	199,05		
		25	5568,61
6675	246,44		
		25	6312,64
6700	258,57		
		25	4338,39
6725	88,50		
		25	2273,88
6750	93,41		
		25	2381,44
6775	97,11		
		25	2345,76
6800	90,55		
		25	2177,27
6825	83,63		
		25	1463,28
6850	33,43		
		25	980,91
6875	45,04		
		25	1574,40
6900	80,91		
		25	2224,89
6925	97,08		
		25	2623,57
6950	112,81		
		25	2880,09
6975	117,60		
		25	3006,00

7000	122,88		
		25	2870,97
7025	106,80		
		25	2458,85
7050	89,91		
		25	1928,13
7075	64,34		
		25	1383,72
7100	46,36		
		25	1152,38
7125	45,83		
		25	1125,18
7150	44,18		
		25	1070,33
7175	41,44		
		25	994,50
7200	38,12		
		25	761,69
7225	22,82		
		25	547,41
7250	20,97		
		25	262,17
7275	0		
		25	279,62
7300	22,37		
		25	496,11
7325	17,32		
		25	400,51
7350	14,72		
		25	400,04
7375	17,28		
		25	442,22
7400	18,10		
		25	458,78
7425	18,61		
		25	505,72

7450	21,85		
		25	514,07
7475	19,27		
		25	482,46
7500	19,32		
		25	482,05
7525	19,24		
		25	482,66
7550	19,37		
		25	467,14
7575	18,00		
		25	415,99
7600	15,28		
		25	379,57
7625	15,09		
		25	374,86
7650	14,90		
		25	370,31
7675	14,72		
		25	365,61
7700	14,53		
		25	360,90
7725	14,35		
		25	356,20
7750	14,15		
		25	351,49
7775	13,97		
		25	346,94
7800	13,79		
		25	342,14
7825	13,58		
		25	337,43
7850	13,41		
		25	332,83
7875	13,22		
		25	328,12

7900	13,03		
		25	440,27
7925	22,19		
		25	585,19
7950	24,63		
		25	693,34
7975	30,84		
		25	819,78
8000	34,74		
		25	863,12
8025	34,31		
		25	851,89
8050	33,84		
		25	840,66
8075	33,41		
		25	829,42
8100	32,94		
		25	817,84
8125	32,48		
		25	806,67
8150	32,05		
		25	797,27
8175	31,73		
		25	1593,14
8200	95,72		
		25	2412,85
8225	97,31		
		25	2269,42
8250	84,25		
		25	1745,92
8275	55,43		
		25	692,84
8300	0		
		25	596,35
8325	47,71		
		25	1618,90

8350	81,80		
		25	1502,94
8375	38,43		
		25	3449,47
8400	237,53		
		25	3822,94
8425	265,84		
		25	6418,23
8450	247,62		
		25	6005,62
8475	232,83		
		25	5629,92
8500	217,57		
		25	5167,27
8525	195,81		
		25	4087,18
8550	131,16		
		25	3439,77
8575	144,02		
		25	3329,49
8600	122,34		
		25	2806,30
8625	102,17		
		25	2333,68
8650	84,53		
		25	1952,73
8675	71,69		
		25	2059,46
8700	93,07		
		25	2698,86
8725	122,84		
		25	3175,76
8750	131,22		
		25	3248,80
8775	128,69		
		25	3212,80

8800	128,34		
		25	3300,73
8825	135,72		
		25	3419,40
8850	137,83		
		25	3223,06
8875	120,01		
		25	2339,06
8900	67,11		
		25	1695,28
8925	68,51		
		25	1714,54
8950	68,65		
		25	1756,26
8975	71,85		
		25	1750,45
9000	68,19		
Jumlah			227971,85

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari rekapitulasi di atas, maka volume untuk pekerjaan tanah dan pemadatan tanah sebesar 227971,85 m³.

3. Pekerjaan drainase

a. Pekerjaan untuk galian drainase jalan

Tabel 5. 45 Perhitungan Volume Galian Drainase Jalan

Saluran Tepi Main Road					
No	STA	b (m)	D (m)	L (m)	Volume (m ³)
1.	6+000 – 6+506,46	0,75	0,6	506,46	227,91
2.	6+506,46 – 7+280	0,75	0,7	7774,54	406,11
3.	7+280 – 7+831,04	0,75	0,6	551,04	247,97
4.	7+831,04 – 8+300	0,75	0,6	469,96	211,03
5.	8+300 – 9+000	0,75	0,7	700	367,50
Jumlah				3000	1460,52
Pada Kondisi Superelevasi					

No		b (m)	D (m)	L (m)	Volume (m ³)
1.		0,5	0,25	319,21	79,80
2.		0,5	0,25	198,11	49,53
Jumlah				517,32	129,33
Saluran Melintang (Cross Drain)					
No	STA	b (m)	D (m)	L (m)	Volume (m ³)
1.	6+000 – 6+506,46	0,5	0,5	10,5	2,63
2.	6+506,46 – 7+280	0,5	0,7	10,5	3,68
3.	7+280 – 7+831,04	0,5	0,5	10,5	2,63
4.	7+831,04 – 8+300	0,5	0,5	10,5	2,63
5.	8+300 – 9+000	0,5	0,6	10,5	3,15
Jumlah				52,5	14,70

Dari rekapitulasi perhitungan volume galian drainase jalan pada tabel 5.45 akan dikali 2 karena pekerjaan dilakukan pada sisi kanan dan kiri jalan, maka volume total adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total} &= \text{volume saluran tepi} + \text{volume cross drain} + \text{volume superelevasi} \\
 &= (1460,52 + 129,33 + 14,70) \times 2 \\
 &= 3209,09 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b. Pekerjaan Beton K-350 untuk Drainase

Tabel 5. 46 Rekapitulasi Perhitungan Volume Beton untuk Drainase

Saluran Tepi Main Road				
No	STA	A (m)	L (m)	Volume (m ³)
1.	6+000 – 6+506,46	0,31	506,46	155,74
2.	6+506,46 – 7+280	0,33	7774,54	257,98
3.	7+280 – 7+831,04	0,31	551,04	169,44
4.	7+831,04 – 8+300	0,31	469,96	144,21
5.	8+300 – 9+000	0,33	700	233,45
Jumlah			3000	960,81
Pada Kondisi Superelevasi				
No		A (m)	L (m)	Volume (m ³)

1.		0,24	319,21	77,89
2.		0,24	198,11	48,34
Jumlah			517,32	126,23
Saluran Melintang (Cross Drain)				
No	STA	A (m)	L (m)	Volume (m ³)
1.	6+000 – 6+506,46	0,24	10,5	2,56
2.	6+506,46 – 7+280	0,30	10,5	3,11
3.	7+280 – 7+831,04	0,24	10,5	2,56
4.	7+831,04 – 8+300	0,24	10,5	2,56
5.	8+300 – 9+000	0,27	10,5	2,84
Jumlah			52,5	13,63

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari rekapitulasi perhitungan volume beton pada tabel 5.46 akan dikali 2 karena pekerjaan dilakukan pada sisi kanan dan kiri jalan, maka volume total adalah :

$$\begin{aligned}\text{Volume total} &= (960,81 + 126,23 + 13,63) \times 2 \\ &= 2201,34 \text{ m}^3\end{aligned}$$

c. Pemasangan Lubang Drainase

Lubang drainase dipasang dengan jarak 10 m sepanjang 3000 m dan pekerjaan dilakukan pada sisi kanan dan sisi kiri jalan, maka jumlah lubang yang diperlukan adalah :

$$\text{Jumlah Lubang} = (3000 \text{ m} / 10 \text{ m}) \times 2 = 600 \text{ buah}$$

d. Pemasangan Pipa Drainase

Pipa drainase dipasang sepanjang 1678,65 m dan pekerjaan pemasangan pipa drainase dilakukan sisi kanan dan kiri, maka panjang total adalah :

$$\text{Panjang Total} = 1678,65 \text{ m} \times 2 = 3357,29 \text{ m}$$

4. Pekerjaan Perkerasan kaku (rigid pavement)

a. Pengecoran Lean Concrete

Diketahui :

$$\text{Panjang} = 1321,35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 15,5 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 10 \text{ mm} = 0,10 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 1321,35 \text{ m} \times 15,5 \text{ m} \times 0,10 \text{ m} \\
 &= 2048,10 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b. Pemasangan Transversal joint dan longitudinal joint Tie Bar (Besi Ulir)

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter} &= 19 \text{ mm} \\
 \text{Panjang} &= 800 \text{ mm} \\
 \text{Volume} &= 226708 \text{ mm}^3 \\
 \text{Jarak antar Tie Bar} &= 750 \text{ mm} \\
 \text{Jumlah Tie Bar} &= 3600 \text{ (1 baris memanjang)} \\
 \text{Total kebutuhan Tie Bar} &= 3600 \times 4 \\
 &= 14400 \text{ buah} \\
 \text{Volume Total} &= 226708 \text{ mm}^3 \times 14400 \\
 &= 3,26 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Jenis Baja} &= 7850 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat} &= 3,26 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ Kg/m}^3 \\
 &= 25627,07 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Dowel (Besi Polos)

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter} &= 25 \text{ mm} \\
 \text{Panjang} &= 450 \text{ mm} \\
 \text{Volume} &= 220781,25 \text{ mm}^3 \\
 \text{Jarak antar Dowel} &= 140 \text{ mm} \\
 \text{Jumlah Dowel} &= 100 \\
 &\quad \text{(1baris melintang ROW 60)} \\
 \text{Jumlah Dowel} &= 73 \\
 &\quad \text{(1baris melintang ROW 40)} \\
 \text{Jumlah baris} &= 440 \text{ (ROW 60)} \\
 \text{Jumlah baris} &= 160 \text{ (ROW 40)} \\
 \text{Total kebutuhan Dowel} &= 2 \times ((100 \times 440) + (73 \times 160)) \\
 &= 111360 \text{ buah} \\
 \text{Volume Total} &= 220781,25 \text{ mm}^3 \times 111360
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 24,59 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Jenis Baja} &= 7850 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat} &= 24,59 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ Kg/m}^3 \\
 &= 193001,67 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Total} &= 25627,07 + 193001,67 \\
 &= 218628,74 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

c. Pekerjaan beton

Beton K-350 (*main road*)

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 1321,25 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 3,6 \text{ m} \times 3 = 10,80 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 300 \text{ mm} = 0,3 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= (1321,35 \text{ m} \times 10,80 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 2 \\
 &= 8562,37 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Beton K-125 (*bahu jalan*)

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 878,65 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 3,5 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 300 \text{ mm} = 0,3 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= (878,65 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 2 \\
 &= 1845,16 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

5. Pekerjaan finishing

a. Pengecatan marka jalan

Diketahui :

Marka garis lurus

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 0,1 \text{ m} \\
 \text{Jumlah garis} &= 3 \\
 \text{Luas} &= (3000 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}) \times 3 = 900 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Marka garis putus-putus

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Panjang garis} &= 8 \text{ m} \\
 \text{Lebar garis} &= 0,12 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jarak antar garis = 5m

Jumlah garis = 2

Luas = $((3000\text{m} / 13\text{m}) \times 8\text{m}) \times 0,12\text{m}) \times 2$
 $= 443,08 \text{ m}^2$

Pengecatan marka dilakukan pada 2 jalur, maka luas total adalah :

Luas total = $(900\text{m}^2 + 443,08 \text{ m}^2) \times 2 = 2686,15\text{m}^2$

b. Pemasangan lampu jalan

Lampu jalan dipasang dengan jarak 50 m sepanjang 3000 m dan sebanyak 2 lampu tiap jalur, maka jumlah lampu yang dibutuhkan adalah :

Jumlah lampu = $(3000\text{m} / 50\text{m}) \times 2 = 120 \text{ buah}$

c. Pembersihan akhir

Diketahui :

Panjang = 2200 m

Lebar = 18,5 m (ROW 60)

Panjang = 800 m

Lebar = 14,5 m (ROW 40)

Luas = $(2200\text{m} \times 8,5\text{m}) + (800\text{m} \times 14,5\text{m})$
 $= 52300 \text{ m}^2$

5.6.2.Rekapitulasi Volume Pekerjaan

Tabel 5. 47 Rekapitulasi Volume Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
1	Pekerjaan Pendahuluan		
1.1	Survey Lokasi	Ls	1
1.2	Pembangunan Direksi Kit	m ²	32
1.3	Pengukuran (Setting Out)	m	3000
1.4	Soil Investigation	Paket	1
1.5	Penanganan Aliran	Buah	6
1.6	Pekerjaan Utilitas	Ls	1
1.7	Mobilisasi Alat Berat	Ls	1
1.8	Pembersihan Area Proyek (Clearing & Grubbing)	m ²	52300
2	Pengurugan dan Pemadatan Tanah	m ³	227971,85

3	Pekerjaan Drainase		
3.1	Pekerjaan Untuk Galian Drainase Jalan	m ³	3209,09
3.2	Pekerjaan Beton K-350 untuk Drainase	m ³	2201,34
3.3	Pemasangan Lubang Drainase	Buah	600
3.4	Pemasangan Pipa Drainase	m	3357,29
4	Pekerjaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)		
4.1	Pengecoran Lean Concrete	m ³	2048,10
4.2	Pemasangan Transversal Joint dan Longitudinal Joint	Kg	218628,74
4.3	Pekerjaan Beton K-350	m ³	8562,37
	Pekerjaan Beton K-125	m ³	1845,16
5	Pekerjaan Finishing		
5.1	Pengecatan Marka	m ²	1403,08
5.2	Pemasangan Lampu Jalan	Buah	120
5.3	Pembersihan Akhir	m ²	52300
5.4	Demobilisasi Alat Berat	Ls	1

Sumber : Hasil Perhitungan

5.6.3. Harga Satuan Dasar

Tabel 5. 48 Daftar Harga Satuan Dasar Kota Surabaya

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan (Rp)
A	TENAGA		
	Mandor	OH	158.000,00
	Kepala Tukang	OH	148.000,00
	Tukang	OH	121.000,00
	Pembantu Tukang	OH	110.000,00
	Sopir	OH	121.000,00
	Pembantu Sopir	OH	114.000,00
	Surveyor Geodesi	OH	158.000,00
B	BAHAN		
	Semen PC 50 Kg	Zak	69.100,00
	Kaca Polos 5 mm	m2	104.700,00
	Pasir Pasang/Plester	m3	225.100,00
	Pasir Cor/Beton	m3	243.000,00
	Batu Bata Merah Kelas 1 (Uk. 22x11x4,5 cm)	buah	1.000,00
	Seng Gelombang BJLS 30, Uk.	m1	61.700,00

	(0,8 x 1,50 cm)		
	Plat Besi/Baja 244 x 122 Tebal 1,8 mm	Lonjor	471.100,00
	Kunci Tanam	buah	130.800,00
	Paku Biasa 2 - 5 inchi	doz	28.200,00
	Triplek Uk. 110 x 210 x 4 mm	lembar	70.800,00
	Kayu Meranti Usuk 4/6, 5/7	m3	4.188.000,00
	Dolken Kayu Gelam diameter 8-10 cm, Panjang 4 m	batang	11.500,00
	Pipa Galvanis diameter 180 cm	buah	450.000,00
	Kayu Meranti Papan 2/20, 4/20	m3	4.188.000,00
	Tanah Urug	m3	121.500,00
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	m3	487.900,00
	Batu Pecah Mesin 2/3 cm	m3	274.300,00
	Semen PC 40 Kg	Zak	60.700,00
	Air Kerja	Liter	28,00
	Ijuk	Kg	13.000,00
	Pipa Plastik PVC Tipe C uk. 2" pj. 4 mtr	batang	50.000,00
	Pipa Plastik PVC Tipe C uk. 6" pj. 6 mtr	batang	554.900,00
	Besi Beton Polos	Kg	12.500,00
	Kawat Beton	Kg	25.500,00
	Tinner A special 1L	Liter	39.200,00
	Beugel +Mur Baut Ornamen	buah	125.600,00
	Besi Pipa Galvanish Medium 2 inchi untuk PJU	Unit	48.166,30
	Logo Pemkot untuk PJU	Buah	78.500,00
	Roll Pipa 2	Unit	48.166,30
C	PERALATAN		
	Sewa Theodolit	Hari	368.800,00
	Soil Investigation	Paket	3.500.000,00
	Peralatan K3	Set	3.500.000,00
	Sewa Bulldozer	Jam	531.680,00
	Sewa Escavator 6 m3	Jam	138.400,00
	Sewa Dump Truk 5 Ton	Jam	69.200,00
	Sewa Truk Tangki Air min. 5 Jam	Hari	526.800,00
	Sewa Pneumatic Tire Roller min. 5 Jam	jam	234.200,00
	Sewa Motor Grader 125-140 pk min. 5 Jam	jam	292.700,00

	Sewa Vibrator Roller Min. 5 Jam	jam	143.700,00
	Sewa Concrete Mixer 0,5 m3 (min 3 jam)	jam	69.200,00
	Sewa Concrete Pump (min 3 Jam)	Jam	69.200,00
	Sewa Alat Bantu 1 set @ 3 alat	m3	1.100,00
	Sewa Alat Bantu Penerangan Jalan Umum (PJU)	Jam	7.300,00

Sumber : Harga Satuan Pokok Kegiatan Surabaya 2016

5.6.4. Harga Satuan Pokok Kegiatan

Tabel 5. 49 Harga Satuan Pokok Kegiatan

No.	Uraian Pekerjaan	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pekerjaan Pendahuluan				
1.1	Survey lokasi	1	Ls	1.000.000,00	1.000.000,00
1.2	Pembangunan direksi kit		m ²		
	Upah :				
	Mandor	0,05	OH	158.000,00	7.900,00
	Kepala Tukang	0,3	OH	148.000,00	44.400,00
	Tukang	1	OH	121.000,00	121.000,00
	Tukang	2	OH	121.000,00	242.000,00
	Pembantu Tukang	2	OH	110.000,00	220.000,00
	Bahan / Material :				
	Semen PC 50 Kg	0,7	Zak	69.100,00	48.370,00
	Kaca Polos 5 mm	0,08	m ²	104.700,00	8.376,00
	Pasir Pasang/Plester	0,15	m ³	225.100,00	33.765,00
	Pasir Cor/Beton	0,1	m ³	243.000,00	24.300,00
	Batu Pecah Mesin 2/3 cm	0,15	m ³	274.300,00	41.145,00
	Batu Bata Merah Kelas 1 (Uk. 22x11x4,5 cm)	30	Buah	1.000,00	30.000,00
	Seng Gelombang BJLS 30, Uk. (0,8 x 1,50 cm)	0,25	Lembar	61.700,00	15.425,00
	Plat Besi/Baja 244 x 122 Tebal 1,8 mm	1,1	Kg	471.100,00	518.210,00
	Kunci Tanam	0,15	Buah	130.800,00	19.620,00
	Paku Biasa 2 - 5 inchi	0,85	Doz	28.200,00	23.970,00
	Triplek Uk. 110 x 210 x 4 mm	0,06	Lembar	70.800,00	4.248,00
	Kayu Meranti Usuk 4/6, 5/7	0,18	m ³	4.188.000,00	753.840,00
	Dolken Kayu Gelam diameter 8-10 cm, Panjang 4 m	1,25	Batang	11.500,00	14.375,00
Nilai HSPK :					2.170.944,00
1.3	Uitzet dengan Waterpass / Theodolit		m		
	Upah :				

	Surveyor Geodesi	0,0067	OH	158.000,00	1.058,60
	Pembantu Tukang	0,0133	OH	110.000,00	1.463,00
	Peralatan :				
	Sewa Theodolit	0,0067	Hari	368.800,00	2.470,96
				Nilai HSPK :	4.992,56
1.4	Soil investigation	1	Ls	2.000.000,00	2.000.000,00
1.5	Penanganan aliran		Buah		
	Pemasangan Saluran Galvanis dia. 180 cm	6	Buah	450.000,00	2.700.000,00
1.6	Pekerjaan utilitas		Set		
	Peralatan K3	1	set	3.500.000,00	3.500.000,00
1.7	Mobilisasi dan demobilisasi alat berat	1	Ls	5.000.000,00	5.000.000,00
1.8	Pembersihan area proyek (clearing & grubbing)		m²		
	Peralatan :				
	Sewa Bulldozer	0,0035	Jam	531.680,00	1.860,88
	Sewa Escavator 6 m3	0,0027	Jam	138.400,00	373,68
	Sewa Dump Truk 5 Ton	0,0177	Jam	69.200,00	1.224,84
				Nilai HSPK :	3.459,40
2	Pengurugan tanah dan pemadatan		m³		
	Upah :				
	Mandor	0,021	OH	158.000,00	3.318,00
	Pembantu Tukang	0,25	OH	110.000,00	27.500,00
	Bahan :				
	Tanah Urug	1,2	m ³	121.500,00	145.800,00
	Peralatan :				
	Sewa Truk Tangki Air min. 5 Jam	0,012	Hari	526.800,00	6.321,60
	Sewa Dump Truk 5 Ton	0,088	Jam	69.200,00	6.089,60
	Sewa Escavator 6 m3	0,022	Jam	138.400,00	3.044,80
	Sewa Pneumatic Tire Roller	0,004	Jam	234.200,00	936,80
	Sewa Motor Grader 120-140 pk min 5 Jam	0,008	Jam	292.700,00	2.341,60
	Sewa Vibrator Roller min 5 Jam	0,012	Jam	143.700,00	1.724,40
				Nilai HSPK :	197.076,80
3	Pekerjaan drainase				
3.1	Pekerjaan untuk galian drainase jalan		m³		
	Upah :				
	Mandor	0,007	OH	158.000,00	1.106,00
	Pembantu Tukang	0,226	OH	110.000,00	24.860,00
	Peralatan :				
	Sewa Escavator 6 m3	0,067	Jam	138.400,00	9.272,80
	Sewa Dump Truk 5 Ton	0,067	Jam	69.200,00	4.636,40
				Nilai HSPK :	39.875,20
3.2	Pekerjaan Beton K-350 untuk Drainase				
	Upah :				

	Mandor	0,105	OH	158.000,00	16.590,00
	Kepala Tukang Batu	0,035	OH	148.000,00	5.180,00
	Tukang Batu	0,35	OH	121.000,00	42.350,00
	Pembantu Tukang	2,1	OH	110.000,00	231.000,00
	Bahan :				0,00
	Semen PC 40 Kg	11,2	Zak	60.700,00	679.840,00
	Pasir Cor	0,416875	m ³	243.000,00	101.300,63
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,5263158	m ³	487.900,00	256.789,48
	Air Kerja	215	Liter	28,00	6.020,00
	Peralatan :				
	Sewa Concrete Mixer 0,5 m3 (min 3 Jam)	0,252	Jam	69.200,00	17.438,40
	Sewa Concrete Pump (min 3 Jam)	0,252	Jam	69.200,00	17.438,40
	Sewa Alat Bantu 1 set @ 3 alat	0,168	Jam	1.100,00	184,80
Nilai HSPK :					1.374.131,70
3.3	Pemasangan Lubang Drainase		Buah		
	Upah :				
	Mandor	0,0025	OH	158.000,00	395,00
	Kepala Tukang	0,003	OH	148.000,00	444,00
	Tukang	0,03	OH	121.000,00	3.630,00
	Pembantu Tukang	0,06	OH	110.000,00	6.600,00
	Bahan :				
	Ijuk	0,05	Kg	13.000,00	650,00
	Pipa Plastik PVC Tipe C uk. 2" pj. 4 mtr	0,125	Batang	50.000,00	6.250,00
Nilai HSPK :					17.969,00
3.4	Pemasangan pipa drainase		m		
	Upah :				
	Mandor	0,0041	OH	158.000,00	647,80
	Kepala Tukang	0,0135	OH	148.000,00	1.998,00
	Tukang	0,135	OH	121.000,00	16.335,00
	Pembantu Tukang	0,081	OH	110.000,00	8.910,00
	Bahan :				
	Pipa Plastik PVC Tipe C uk. 6" pj. 6 mtr	0,3	Batang	554.900,00	166.470,00
Nilai HSPK :					194.360,80
4	Pekerjaan Perkerasan kaku (rigid pavement)				
4.1	Pengecoran Lean Concrete (K-100)		m³		
	Upah :				
	Mandor	0,083	OH	158.000,00	13.114,00
	Kepala Tukang Batu	0,028	OH	148.000,00	4.144,00
	Tukang Batu	0,275	OH	121.000,00	33.275,00
	Pembantu Tukang	1,65	OH	110.000,00	181.500,00
	Bahan :				
	Semen PC 40 Kg	6,175	Zak	60.700,00	374.822,50
	Pasir Cor	0,543125	m ³	243.000,00	131.979,38
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,5257895	m ³	487.900,00	256.532,70

	Air Kerja	215	Liter	28,00	6.020,00
	Peralatan :				
	Sewa Concrete Mixer 0,5 m3 (min 3 Jam)	0,252	Jam	69.200,00	17.438,40
	Sewa Concrete Pump (min 3 Jam)	0,252	Jam	69.200,00	17.438,40
	Sewa Alat Bantu 1 set @ 3 alat	0,168	Jam	1.100,00	184,80
Nilai HSPK :					1.036.449,17
4.2	Pekerjaan Pembesian (Polos / Ulir)		Kg		
	Upah :				
	Mandor	0,0004	OH	158.000,00	63,20
	Kepala Tukang Besi	0,0007	OH	148.000,00	103,60
	Tukang Besi	0,007	OH	121.000,00	847,00
	Pembantu Tukang	0,007	OH	110.000,00	770,00
	Bahan :				
	Besi Beton Polos	1,05	Kg	12.500,00	13.125,00
	Kawat Beton	0,015	Kg	25.500,00	382,50
Nilai HSPK :					15.291,30
4.3	Pekerjaan beton K-350		m³		
	Upah :				
	Mandor	0,105	OH	158.000,00	16.590,00
	Kepala Tukang Batu	0,035	OH	148.000,00	5.180,00
	Tukang Batu	0,35	OH	121.000,00	42.350,00
	Pembantu Tukang	2,1	OH	110.000,00	231.000,00
	Bahan :				
	Semen PC 40 Kg	11,2	Zak	60.700,00	679.840,00
	Pasir Cor	0,416875	m ³	243.000,00	101.300,63
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,5263158	m ³	487.900,00	256.789,48
	Air Kerja	215	Liter	28,00	6.020,00
	Peralatan :				
	Sewa Concrete Mixer 0,5 m3 (min 3 Jam)	0,252	Jam	69.200,00	17.438,40
	Sewa Concrete Pump (min 3 Jam)	0,252	Jam	69.200,00	17.438,40
	Sewa Alat Bantu 1 set @ 3 alat	0,168	Jam	1.100,00	184,80
Nilai HSPK :					1.374.131,70
	Pekerjaan beton K-125		m³		
	Upah :				
	Mandor	0,083	OH	158.000,00	13.114,00
	Kepala Tukang Batu	0,028	OH	148.000,00	4.144,00
	Tukang Batu	0,275	OH	121.000,00	33.275,00
	Pembantu Tukang	1,65	OH	110.000,00	181.500,00
	Bahan :				
	Semen PC 40 Kg	6,9	Zak	60.700,00	418.830,00
	Pasir Cor	0,5175	m ³	243.000,00	125.752,50
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,5326316	m ³	487.900,00	259.870,96
	Air Kerja	215	Liter	28,00	6.020,00
	Peralatan :				
	Sewa Concrete Mixer 0,5 m3 (min 3 Jam)	0,252	Jam	69.200,00	17.438,40

	Sewa Concrete Pump (min 3 Jam)	0,252	Jam	69.200,00	17.438,40
	Sewa Alat Bantu 1 set @ 3 alat	0,168	Jam	1.100,00	184,80
				Nilai HSPK :	1.077.568,06
5	Pekerjaan Finishing				
5.1	Pengecatan Marka		m²		
	Upah :				
	Mandor	0,005	OH	158.000,00	790,00
	Kepala Tukang	0,015	OH	148.000,00	2.220,00
	Tukang	0,15	OH	121.000,00	18.150,00
	Pembantu Tukang	0,1	OH	110.000,00	11.000,00
	Bahan :				
	Thinner A special 1L	0,3	Liter	39.200,00	11.760,00
	Cat Road Line	0,345	Kaleng	56.500,00	19.492,50
				Nilai HSPK :	63.412,50
5.2	Pemasangan Lampu Jalan		Buah		
	Upah :				
	Mandor	0,125	OH	158.000,00	19.750,00
	Tukang	0,2	OH	121.000,00	24.200,00
	Pembantu Tukang	0,6	OH	110.000,00	66.000,00
	Bahan :				
	Beugel + Mur Baut Ornamen	3	Buah	125.600,00	376.800,00
	Plat Besi/Baja 244 x 122 Tebal 1,8 mm	3,51574	Lonjor	471.100,00	1.656.265,11
	Besi Pipa Galvanish Medium 2 inch pjg 6m	6	Batang	418.500,00	2.511.000,00
	Logo Pemkot untuk PJU	2	Buah	78.500,00	157.000,00
	Roll Pipa 2	1	Unit	48.166,30	48.166,30
	Peralatan :				
	Sewa Alat Bantu Penerangan Jalan Umum (PJU)	2	Jam	7.300,00	14.600,00
				Nilai HSPK :	4.873.781,41
5.3	Pembersihan Akhir		m²		
	Peralatan :				
	Sewa Bulldozer	0,0035	Jam	531.680,00	1.860,88
	Sewa Escavator 6 m3	0,0027	Jam	138.400,00	373,68
	Sewa Dump Truk 5 Ton	0,0177	Jam	69.200,00	1.224,84
				Nilai HSPK :	3.459,40
5.4	Demobilisasi Alat Berat	1	Ls	5.000.000,00	5.000.000,00

Sumber : Harga Satuan Pokok Kegiatan Surabaya 2016

5.6.5.Rekapitulasi Anggaran Biaya

Tabel 5. 50 Rekapitulasi Anggaran Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pekerjaan Pendahuluan				
1.1	Survey lokasi	Ls	1	1.000.000,00	1.000.000,00
1.2	Pembangunan direksi kit	m2	32	2.170.944,00	69.470.208,00
1.3	Pengukuran (setting out)	m	3000	4.992,56	14.977.680,00
1.4	Soil investigation	Paket	1	3.500.000	3.500.000
1.5	Penanganan aliran	Buah	6	450.000,00	2.700.000,00
1.6	Pekerjaan utilitas	Ls	1	3.500.000,00	3.500.000,00
1.7	Mobilisasi alat berat	Ls	1	5.000.000,00	5.000.000,00
1.8	Pembersihan area proyek (clearing & grubbing)	m2	52300	3.459,40	180.926.620,00
SUB TOTAL					281.074.508,00
2	Pengurangan dan pemadatan tanah	m3	227971,85	197.076,80	44.927.962.688,08
3	Pekerjaan drainase				
3.1	Pekerjaan untuk galian drainase jalan	m3	3209,09	39.875,20	127.963.105,57
3.2	Pekerjaan beton k-350 untuk drainase	m	2201,34	1.374.131,70	3.024.931.084,89
3.3	Pemasangan lubang drainase	Buah	600	17.969,00	10.781.400,00
3.4	Pemasangan pipa drainase	m	3357,29	252.625,30	652.525.570,23
SUB TOTAL					3.816.201.160,69
4	Pekerjaan Perkerasan kaku (rigid pavement)				
4.1	Pengecoran Lean Concrete	m3	2048,10	1.036.449,17	2.112.751.549,28
4.2	Pemasangan Transversal joint dan longitudinal joint	Kg	218628,74	15.291,30	3.343.117.651,96
4.3	Pekerjaan beton K-350	m3	8562,37	1.374.131,70	11.765.824.076,84
	Pekerjaan beton K-125	m3	1845,16	1.077.568,06	1.988.285.477,24
SUB TOTAL					19.219.978.755,31
5	Pekerjaan finishing				
5.1	Pengecatan marka	Ls	1403,08	63.412,50	88.972.810,50
5.2	Pemasangan lampu jalan	Buah	120	4.873.781,41	584.853.769,68
5.3	Pembersihan akhir	m2	52300	3.459,40	180.926.620,00
5.4	Demobilisasi alat berat	Ls	1	5.000.000,00	5.000.000,00
SUB TOTAL					859.753.200,18
TOTAL					69.104.970.312,26
PPN 10%					6.910.497.031,23
JUMLAH					76.015.467.343,48

Sumber : Hasil Perhitungan

BAB VI PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perhitungan dalam modifikasi desain Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya STA 6+000 s.d STA 9+000 diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan geometrik jalan, Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) Surabaya memiliki jalan yang aman karena tanjakan dan turunan yang tidak terlalu curam dan tikungan yang memenuhi syarat, serta desain jalan yang nyaman karena telah memenuhi syarat koordinasi alinyemen.
2. Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) Surabaya UR 20 tahun dengan awal UR pada tahun 2019 sampai akhir UR pada tahun 2038 menggunakan perkerasan kaku (K-350) tebal 30 cm dan pondasi bawah berupa campuran beton kurus (CBK) tebal 10 cm. sambungan yang digunakan adalah Beton Bersambung Tanpa Tulang (BBTT) tanpa ruji. Sambungan memanjang berupa tie bar dengan diameter 19 mm, jarak 750 mm dan sambungan melintang berupa dowel dengan diameter 25 mm jarak 140 mm.
3. Dari hasil perhitungan dimensi drainase jalan Lingkar Luar Timur Surabaya memiliki beberapa tipe dimensi sebagai berikut :
Saluran Tepi *Main Road* :
Segment 1 (STA 6+000 – 6+506,46) dimensi $b = 0,75\text{m}$ dan $D = 0,6\text{m}$.
Segment 2 (6+506,46 – 7+280) dimensi $b = 0,75\text{m}$ dan $D = 0,7\text{m}$.
Segment 3 (7+280 – 7+831,04) dimensi $b = 0,75\text{m}$ dan $D = 0,6\text{m}$.

Segment 4 (7+831,04 – 8+300) dimensi $b = 0,75\text{m}$ dan $D = 0,6\text{m}$.

Segment 5 (8+300 – 9+000) dimensi $b = 0,75\text{m}$ dan $D = 0,7\text{m}$.

Pada Kondosi Superelevasi :

Dimensi $b = 0,5\text{m}$ dan $D=0,5\text{m}$

Cross Drain :

Segment 1 (STA 6+000 – 6+506,46) dimensi $b = 0,5\text{m}$ dan $D = 0,5\text{m}$.

Segment 2 (6+506,46 – 7+280) dimensi $b = 0,5\text{m}$ dan $D = 0,7\text{m}$.

Segment 3 (7+280 – 7+831,04) dimensi $b = 0,5\text{m}$ dan $D = 0,7\text{m}$.

Segment 4 (7+831,04 – 8+300) dimensi $b = 0,5\text{m}$ dan $D = 0,5\text{m}$.

Segment 5 (8+300 – 9+000) dimensi $b = 0,5\text{m}$ dan $D = 0,6\text{m}$.

4. Metode pelaksanaan pada jalan Lingkar Luar Timur Surabaya memiliki beberapa item pekerjaan yaitu, pekerjaan pendahuluan, pengurugan dan pemadatan tanah, pekerjaan drainase, pekerjaan perkeraan kaku (*rigid pavement*), dan pekerjaan finishing.
5. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan jalan Lingkar Luar Timur STA 6+000 s.d 9+000 sebesar Rp 76.015.467.343,48

6.2. Saran

1. Diperlukan data LHR yang lebih detail antara kendaraan yang akan melewati *main road* dan *frontage road* agar desain jalan lebih akurat.
2. Diperlukan data CBR tanah yang lebih banyak agar data bisa terolah dengan, sedangkan pada STA 6+000 s.d STA 9+000 hanya ada 3 data CBR tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Marga, D. P. (1997). *“Manual Kapasitas Jalan Indonesia”*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga.
- Indonesia, B. S. (2004). *RSNI T-14-2004. “Geometrik Jalan Perkotaan”*. Badan Standardisasi Nasional.
- Marga, D. P. (2009). *“Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol”*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga.
- Indonesia, B. S. (2003). *PD T-14-2003. “Perencanaan Perkerasan Beton Semen”*. Badan Standardisasi Nasional.
- Marga, D. P. (1993). *SNI 03-3424-1994. “Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan”*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga.
- Bappeko.2013. *“Laporan Akhir FS JLLT Surabaya”*. Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya.

BIODATA PENULIS I



Penulis bernama lengkap Nella Elfaziarni. Lahir di Bangkalan pada tanggal 21 Maret 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK YKK Bangkalan, SDN Pejagan 2 Bangkalan, SMP Negeri 1 Bangkalan, SMA Negeri 2 Bangkalan. Setelah lulus SMA pada tahun 2014, penulis mengikuti ujian masuk Diploma ITS dan diterima di jurusan Teknik Sipil, terdaftar dengan NRP 3114030089. Di jurusan Teknik Sipil ini, penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus, diantaranya menjadi Sekretaris 2 HIMA Diploma Teknik Sipil ITS. Selain itu, penulis juga pernah mengikuti beberapa kepanitiaan di dalam kampus. Penulis pernah mengikuti kerja praktek di PT. Waskita,Tbk, pada proyek pembangunan Jalan Tol Solo – Kertosono paket 1 Ruas Ngawi – Kertosono.

BIODATA PENULIS II



Penulis bernama lengkap Feggy Eka Murdiansyah. Lahir di Sragen pada tanggal 10 September 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Mekarsari Surabaya, SD Negeri 1 Tanon, SMP Negeri 1 Tanon, SMA Negeri 1 Sragen. Setelah lulus SMA pada tahun 2014, penulis mengikuti ujian masuk Diploma ITS dan diterima di jurusan Teknik Sipil, terdaftar dengan NRP 3114030123. Di jurusan Teknik Sipil ini, penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa seminar yang pernah diadakan di kegiatan. Selain itu, penulis juga pernah mengikuti beberapa kepanitiaan di dalam kampus. Penulis pernah mengikuti kerja praktek di PT. Waskita,Tbk, pada proyek pembangunan Jalan Tol Solo – Kertosono paket 1B Ruas Solo – Ngawi.

Dalam kesempatan ini, Nella Elfaziarni mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga tugas akhir terapan ini dapat terselesaikan, walaupun selama penyelesaian tugas akhir terapan mengalami hambatan dan rintangan yang menghadang.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan sepanjang perjalanan selama menempuh pendidikan Diploma, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
3. Dosen pembimbing bapak Ir. Dunat Indratmo, MT yang telah membimbing untuk dapat menyelesaikan tugas akhir terapan dengan sebaik-baiknya.
4. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pendidikan dan bimbingan serta motivasi selama saya belajar di kampus ini.
5. Feggy Eka Murdiansyah sebagai partner TA yang telah bekerjasama dan mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
6. Teman-teman angkatan 2014 dan Bangunan Transportasi 2014 yang telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan selama penyusunan tugas akhir terapan ini.
7. Teman-teman diluar kampus ITS yang telah memberikan semangat, motivasi dan do'a selama penyusunan tugas akhir terapan ini.

Dalam kesempatan ini, Feggy Eka Murdiansyah mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga tugas akhir terapan ini dapat terselesaikan, walaupun selama penyelesaian tugas akhir terapan mengalami hambatan dan rintangan yang menghadang.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan sepanjang perjalanan selama menempuh pendidikan Diploma, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
3. Dosen pembimbing bapak Ir. Dunat Indratmo, MT yang telah membimbing untuk dapat menyelesaikan tugas akhir terapan dengan sebaik-baiknya.
4. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pendidikan dan bimbingan serta motivasi selama saya belajar di kampus ini.
5. Nella Elfaziarni sebagai partner TA yang telah bekerjasama dan mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
6. Teman-teman angkatan 2014 dan Bangunan Transportasi 2014 yang telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan selama penyusunan tugas akhir terapan ini.
7. Teman-teman diluar kampus ITS yang telah memberikan semangat, motivasi dan do'a selama penyusunan tugas akhir terapan ini.



LAMPIRAN GAMBAR TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR LUAR TIMUR (JLLT) STA 6+000 s.d STA 9+000
KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU**

NELLA ELFAZIARNI
NRP. 3114 030 089

FEGGY EKA MURDIANSYAH
NRP. 3114 030 123

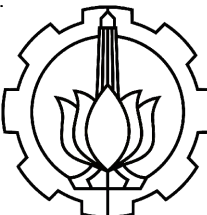

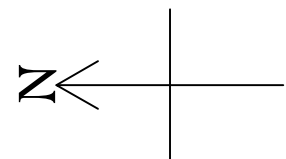
DOSEN PEMBIMBING
Ir. DUNAT INDRATMO, MT
NIP. 19530323 198502 1 001

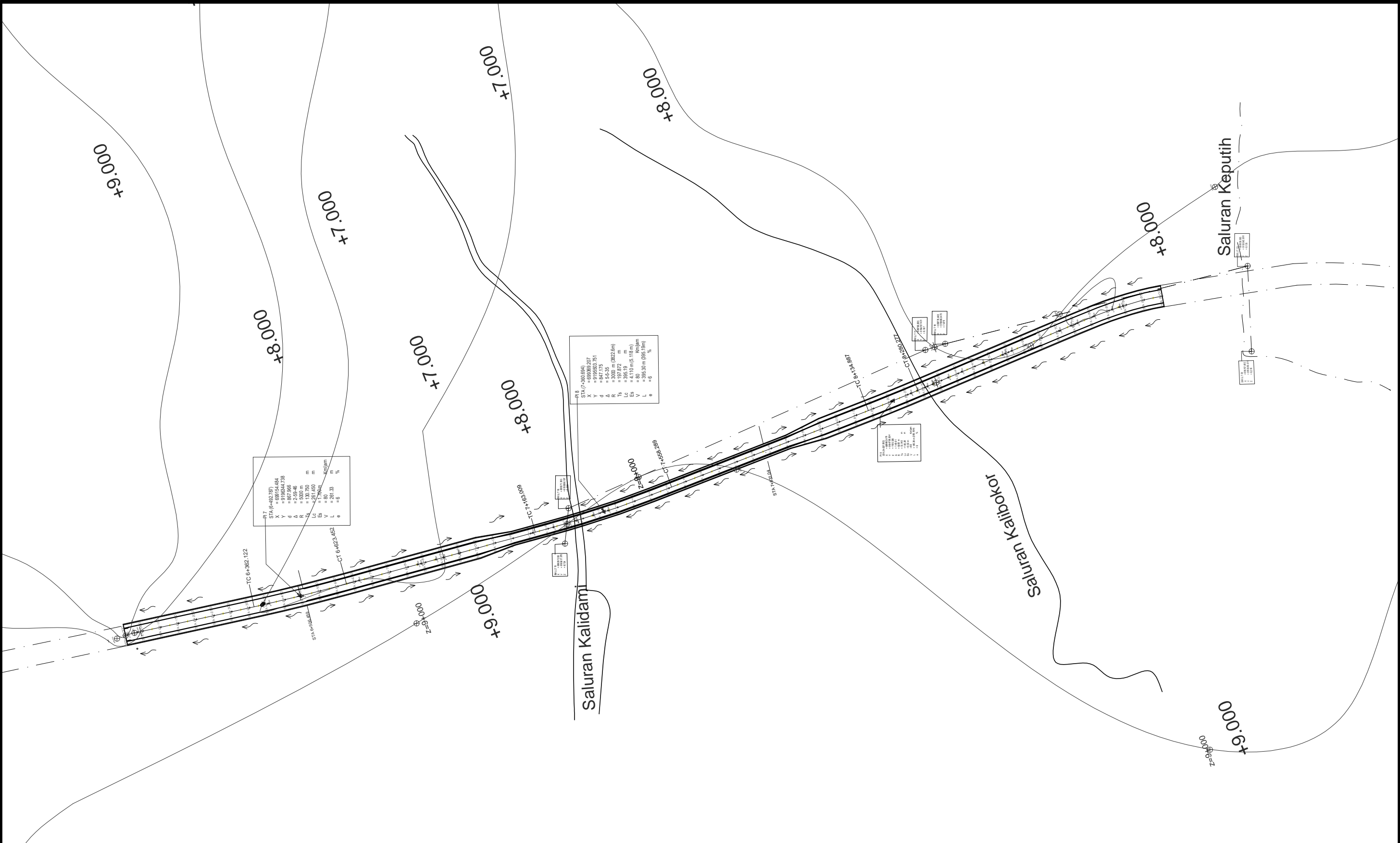
PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

Daftar Detail Engineering Design

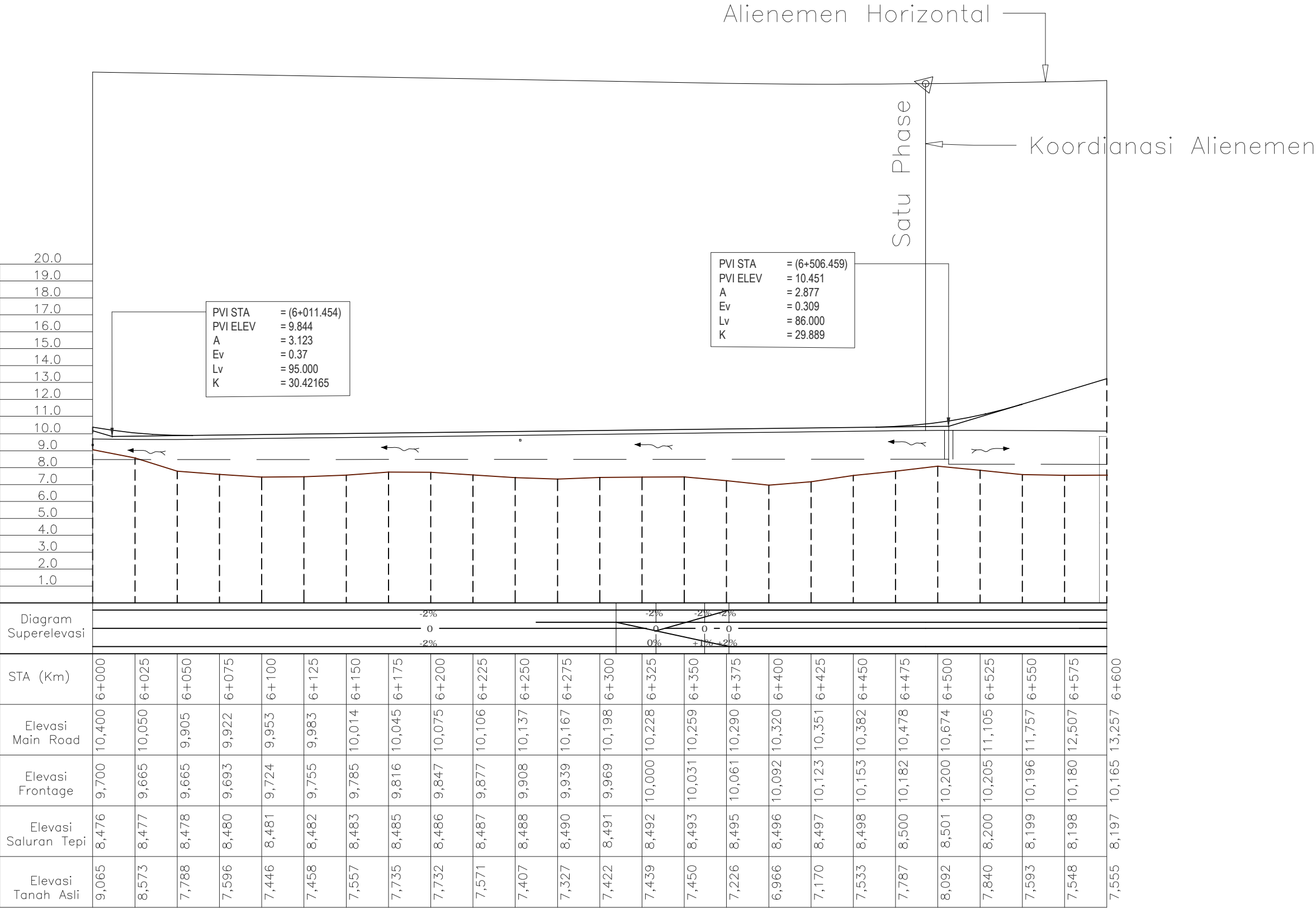
1. Plan Layout Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya STA 6+000 - 9+000	<i>OERR-6-9-PL-1</i>
2. Plan Layout Drainase Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya STA 6.000 - 9.000	<i>OERR-6-9-PL-2</i>
3. Long Section STA 6+000 - STA 6+600	<i>OERR-6-9-LS-1</i>
4. Long Section STA 6+600 - STA 7+200	<i>OERR-6-9-LS-2</i>
5. Long Section STA 7+200 - STA 7+800	<i>OERR-6-9-LS-3</i>
6. Long Section STA 8+400 - STA 9+000	<i>OERR-6-9-LS-4</i>
7. Long Section STA 8+400 - STA 9+000	<i>OERR-6-9-LS-5</i>
8. Typikal Cross Section 1	<i>OERR-6-9-TCS-1</i>
9. Typikal Cross Section 2	<i>OERR-6-9-TCS-2</i>
10. Typikal Cross Section 3	<i>OERR-6-9-TCS-3</i>
11. Typikal Cross Section 4	<i>OERR-6-9-TCS-4</i>
12. Cross Section STA 6+000, STA 6+200	<i>OERR-6-9-CS-1</i>
13. Cross Section STA 6+325, STA 6+350	<i>OERR-6-9-CS-2</i>
14. Cross Section STA 6+400, STA 6+600	<i>OERR-6-9-CS-3</i>
15. Cross Section STA 6+700, STA 6+800	<i>OERR-6-9-CS-4</i>
16. Cross Section STA 7+025, STA 7+050	<i>OERR-6-9-CS-5</i>
17. Cross Section STA 7+075, STA 7+200	<i>OERR-6-9-CS-6</i>
18. Cross Section STA 7+225, STA 7+250	<i>OERR-6-9-CS-7</i>
19. Cross Section STA 7+275, STA 7+500	<i>OERR-6-9-CS-8</i>
20. Cross Section STA 7+400, STA 7+600	<i>OERR-6-9-CS-9</i>
21. Cross Section STA 7+800, STA 8+000	<i>OERR-6-9-CS-10</i>
22. Cross Section STA 8+100, STA 8+125	<i>OERR-6-9-CS-11</i>
23. Cross Section STA 8+200, STA 8+275	<i>OERR-6-9-CS-12</i>
24. Cross Section STA 8+300, STA 8+400	<i>OERR-6-9-CS-13</i>
25. Cross Section STA 8+600, STA 8+800	<i>OERR-6-9-CS-14</i>
26. Cross Section STA 8+850, STA 8+875	<i>OERR-6-9-CS-15</i>
27. Cross Section STA 9+000	<i>OERR-6-9-CS-16</i>
28. Drainase Jalan	<i>OERR-6-9-DR-1</i>
29. Penulangan Jalan	<i>OERR-6-9-RR-1</i>
30. Detail Dowel dan Tie Bar	<i>OERR-6-9-RR-2</i>



 <p>JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</p>	 <p>JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA (OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)</p>	<p>Dosen Pembimbing</p> <p>Ir.Dunat Indratmo,MT NIP.19530323 198502 1 001</p> <p>Mahasiswa 1 Mahasiswa 2</p> <p>Nella Elfaziarni NRP 3114030089 Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123</p>	<p>Judul Proyek Akhir :</p> <p>Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku</p> <p>Judul Gambar :</p> <p>Plan Layout Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya STA 6+000 - 9+000</p> <p>Kode Gambar :</p> <p>OERR-6-9-PL-1</p>	<p>Keterangan :</p> 	<p>Skala :</p> <p>1:10.000</p> <table><tr><td>No Lembar</td><td>Total</td></tr><tr><td>1</td><td>30</td></tr></table>	No Lembar	Total	1	30
No Lembar	Total								
1	30								



		Dosen Pembimbing		Judul Proyek Akhir :	Keterangan : 	Skala : 1:10.000	
		Ir.Dunat Indratmo,MT NIP.19530323 198502 1 001		Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku			
		Mahasiswa 1	Mahasiswa 2	Judul Gambar :		No Lembar	Total
		JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA (OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)	Plan Layout Drainase Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya STA 6.000 - 9.000		2	30
		Nella Elfaziarni NRP 3114030089	Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123	Kode Gambar :	OERR-6-9-PL-2		



JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA
(OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)

Dosen Pembimbing

Ir.Dunat Indratmo,MT
NIP.19530323 198502 1 001

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Nella Elfaziarni
NRP 3114030089

Feggy Eka Murdiansyah
NRP 3114030123

Judul Proyek Akhir :

Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT)
STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur
Menggunakan Perkerasan Kaku

Judul Gambar :

Long Section STA 6+000 - STA 6+600

Kode Gambar :

OERR-6-9-LS-1

Keterangan :

Skala :

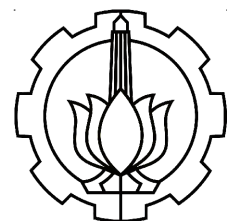
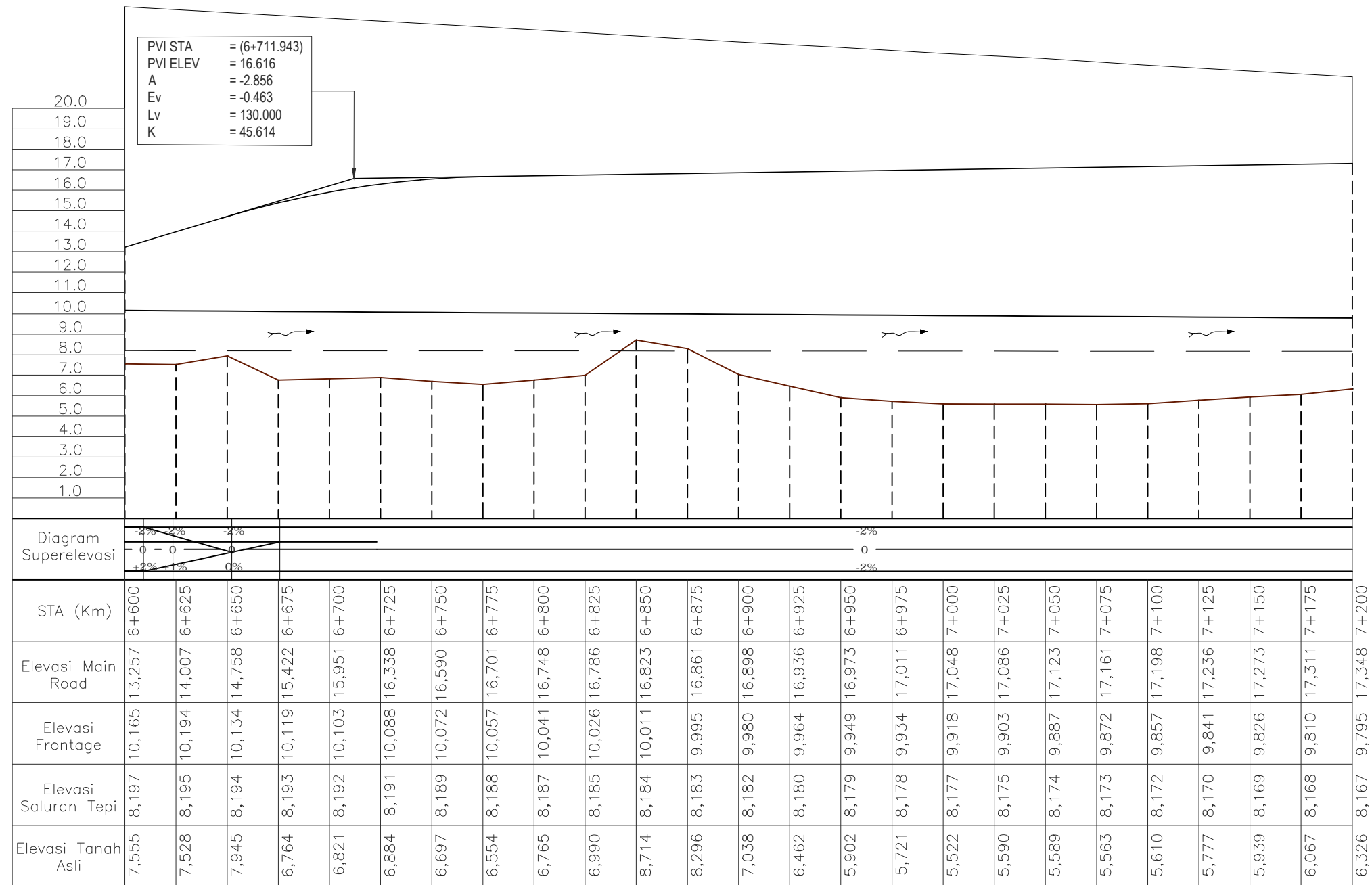
H 1:2.500
V 1:250

No Lembar

Total

3

30



JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA
(OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)

Dosen Pembimbing

Ir.Dunat Indratmo,MT
NIP.19530323 198502 1 001

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Nella Elfaziarni
NRP 3114030089

Feggy Eka Murdiansyah
NRP 3114030123

Judul Proyek Akhir :

Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT)
STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur
Menggunakan Perkerasan Kaku

Judul Gambar :

Long Section STA 6+600 - STA 7+200

Kode Gambar :

OERR-6-9-LS-2

Keterangan :

Skala :

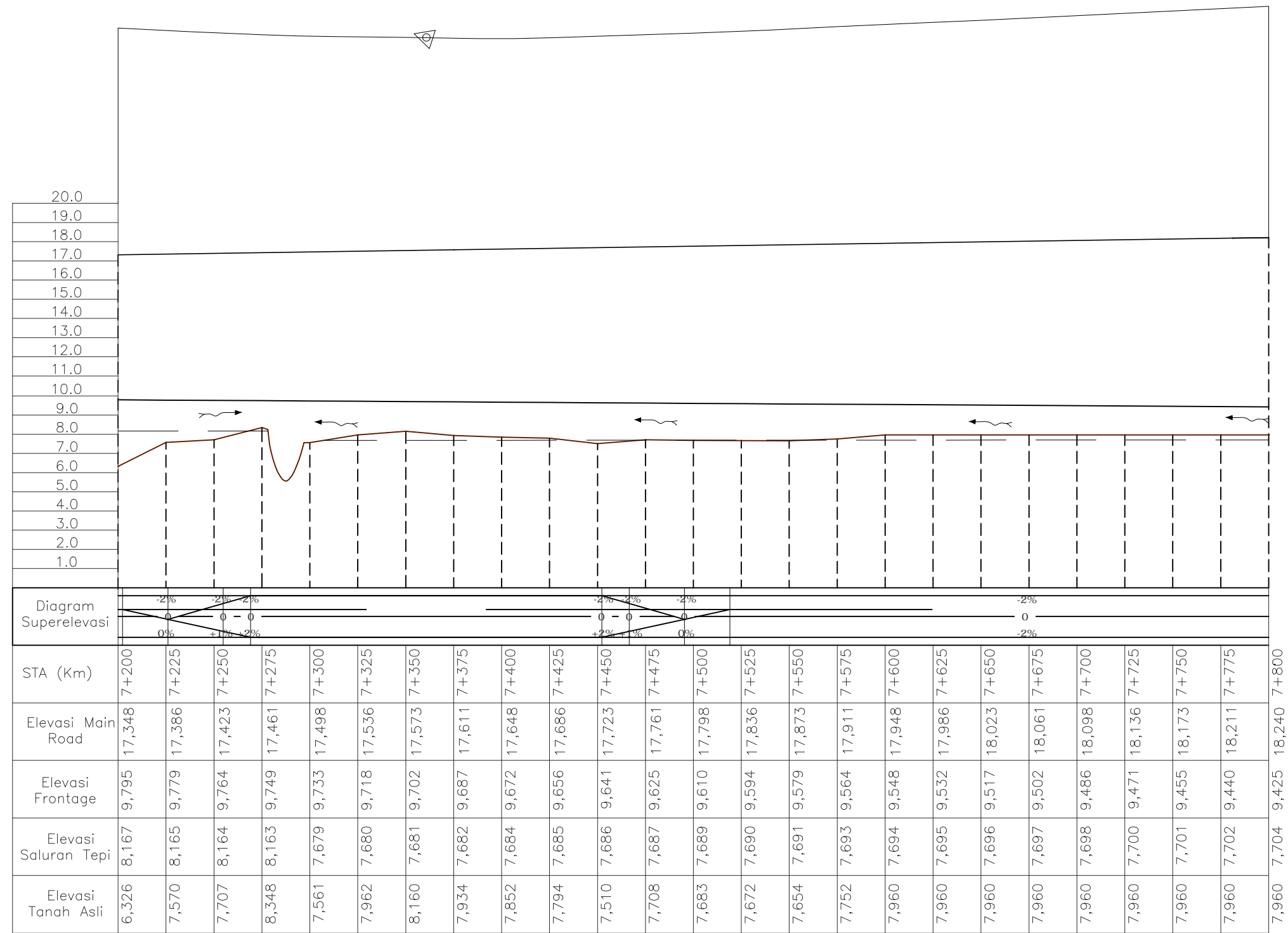
H 1:2.500
V 1:250

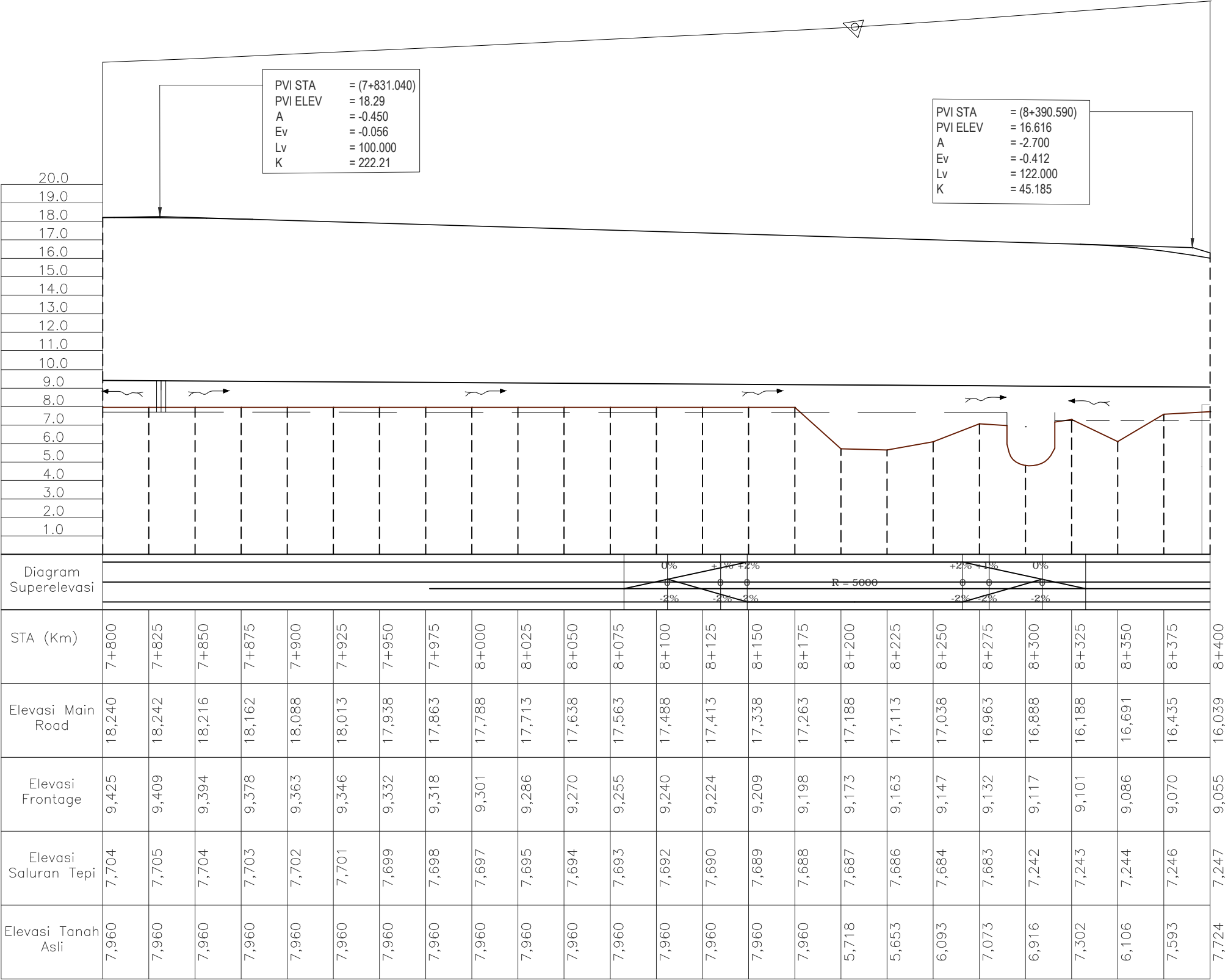
No Lembar

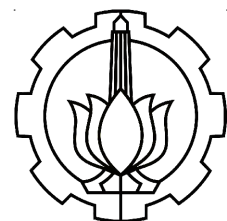
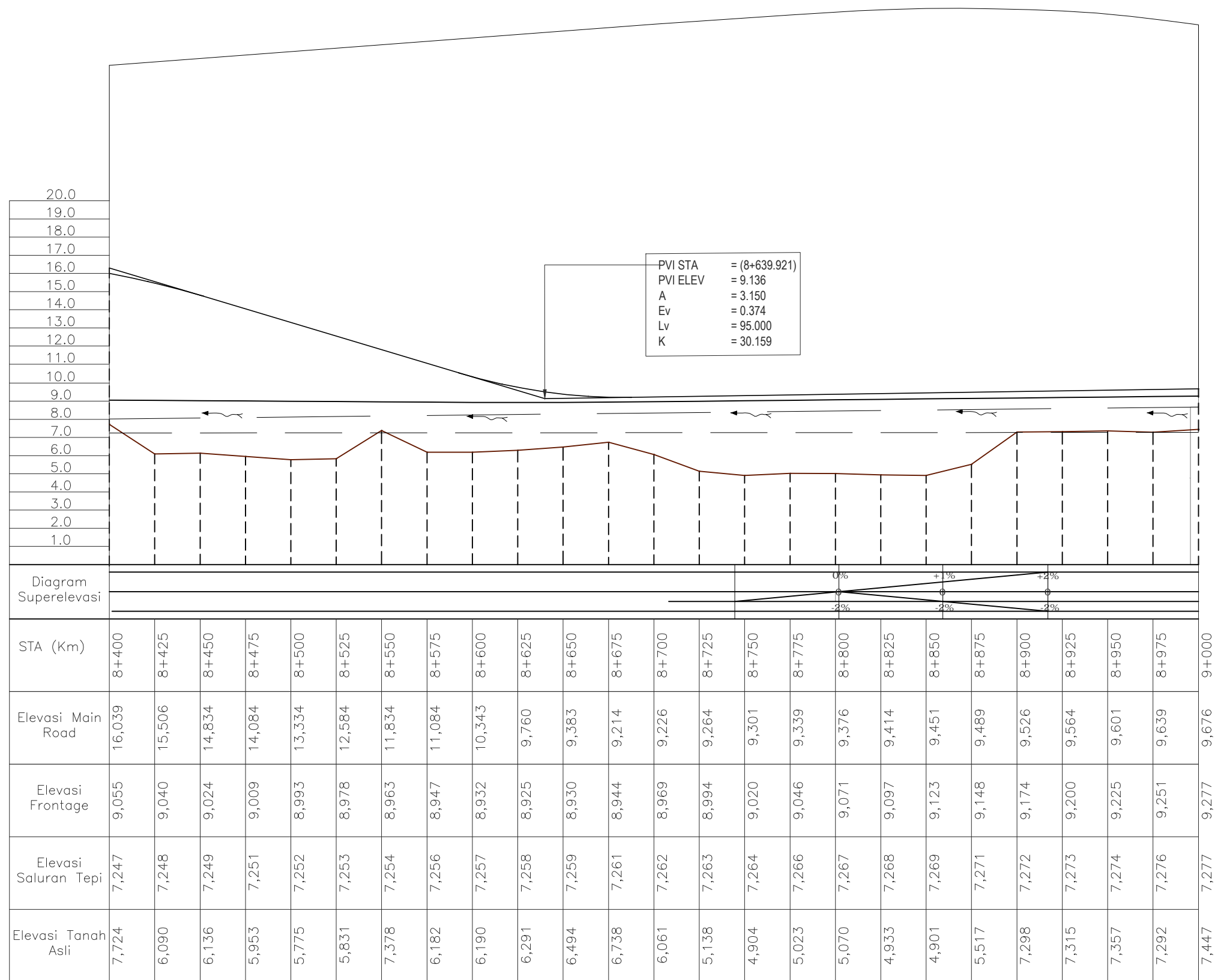
Total

4

30







JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA
(OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)

Dosen Pembimbing

Ir.Dunat Indratmo,MT
NIP.19530323 198502 1 001

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Nella Elfaziarni
NRP 3114030089

Feggy Eka Murdiansyah
NRP 3114030123

Judul Proyek Akhir :

Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT)
STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur
Menggunakan Perkerasan Kaku

Judul Gambar :

Long Section STA 8+400 - STA 9+000

Kode Gambar :

OERR-6-9-LS-5

Keterangan :

Skala :

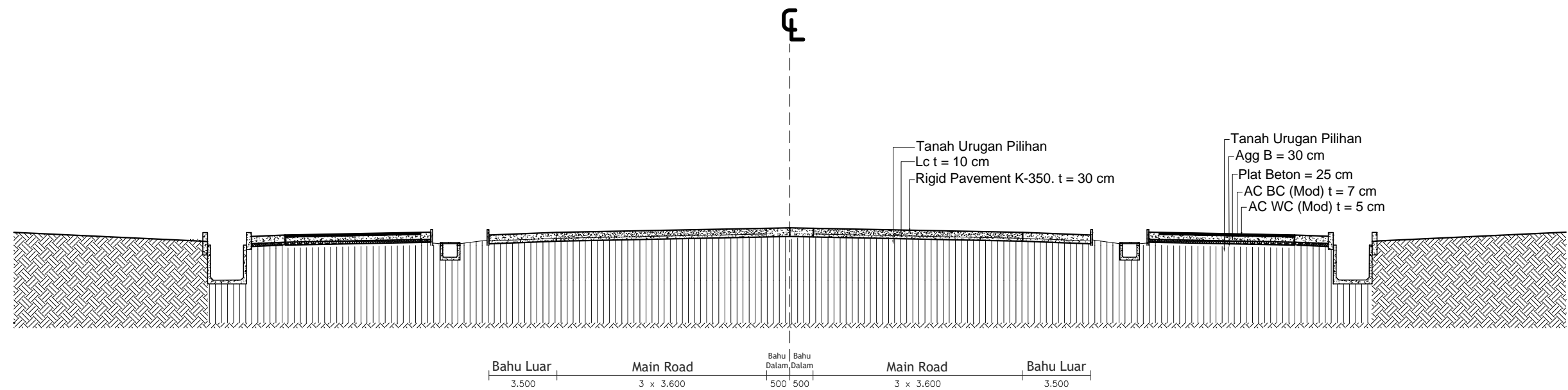
H 1:2.500
V 1:250

No Lembar

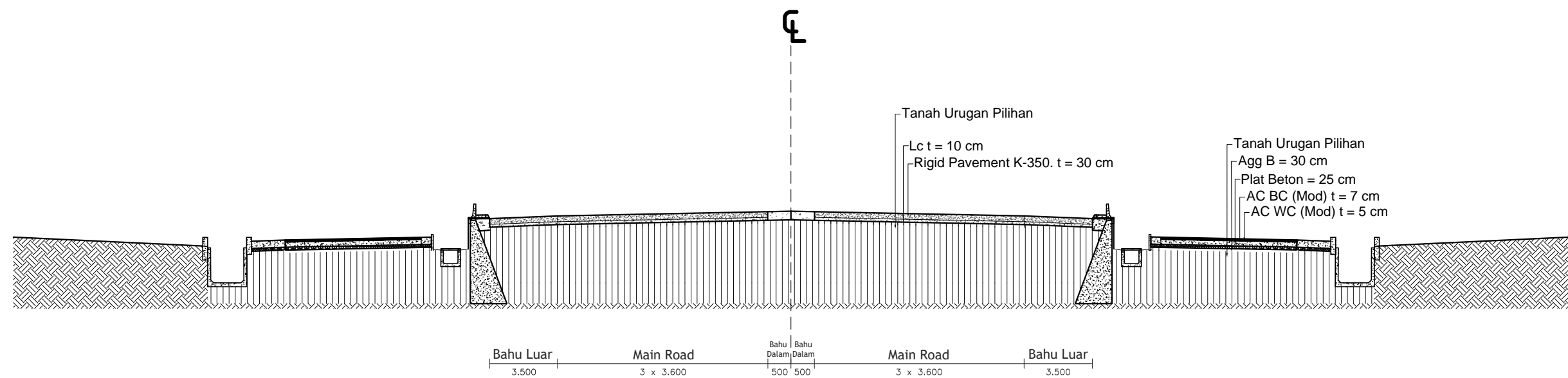
Total

7

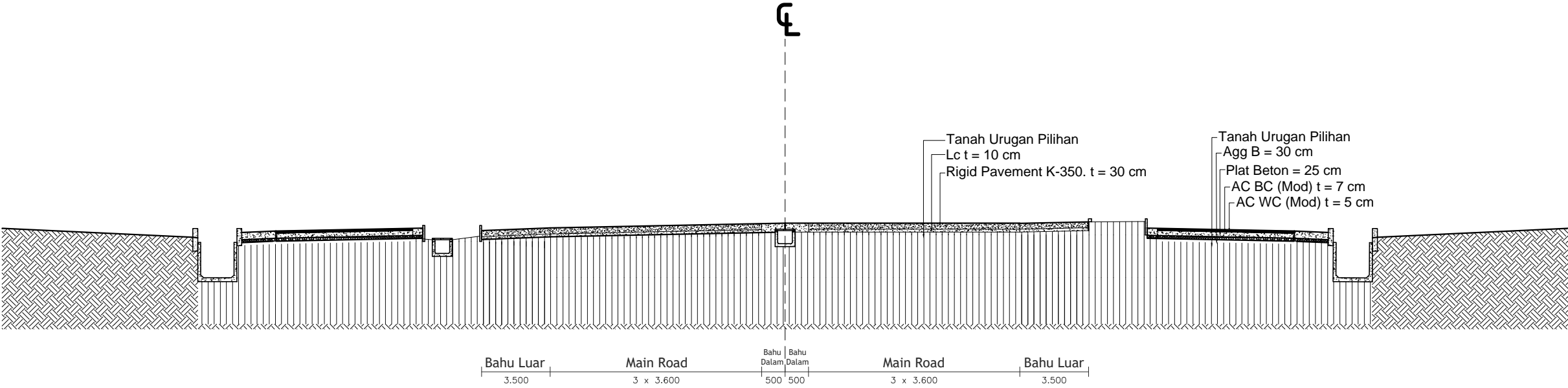
30



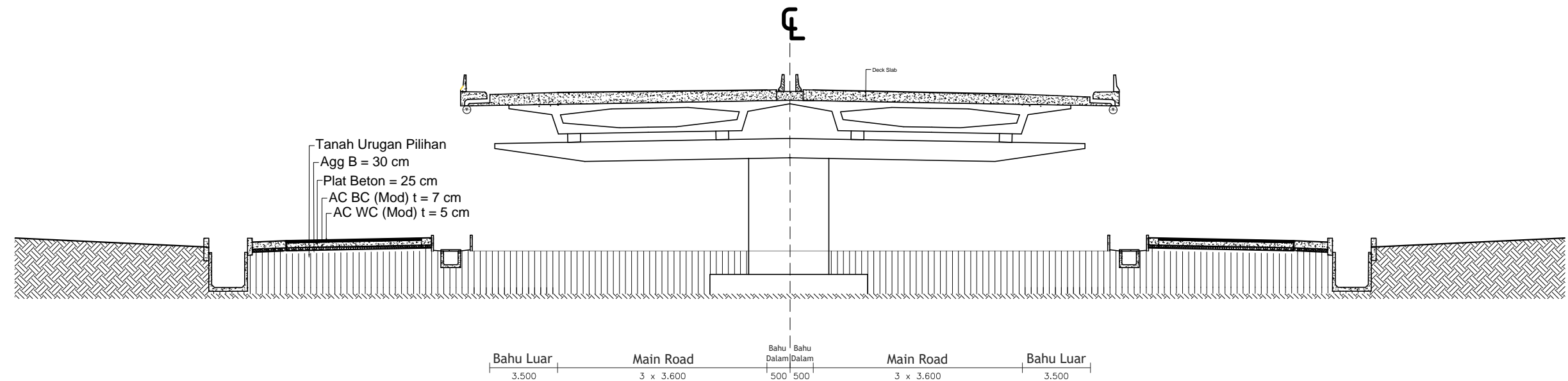
		Dosen Pembimbing		Judul Proyek Akhir : Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku	Keterangan :	Skala : 1:250	
		Mahasiswa 1	Mahasiswa 2			No Lembar	Total
		Nella Elfaziarni NRP 3114030089	Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123			8	30



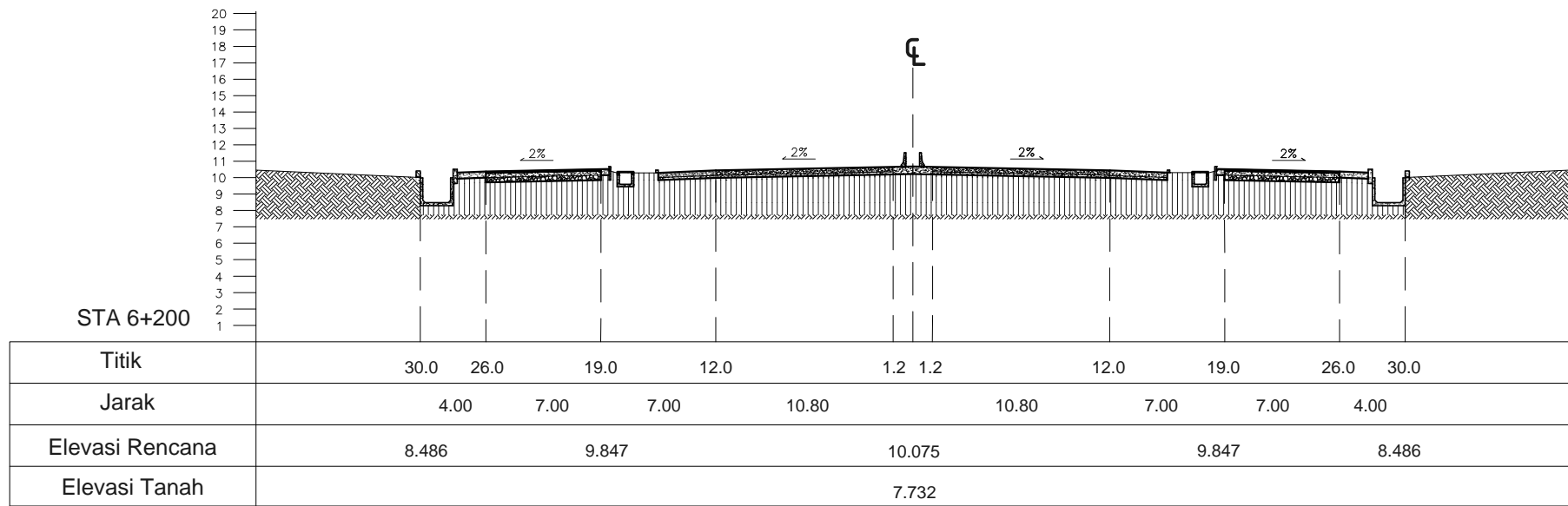
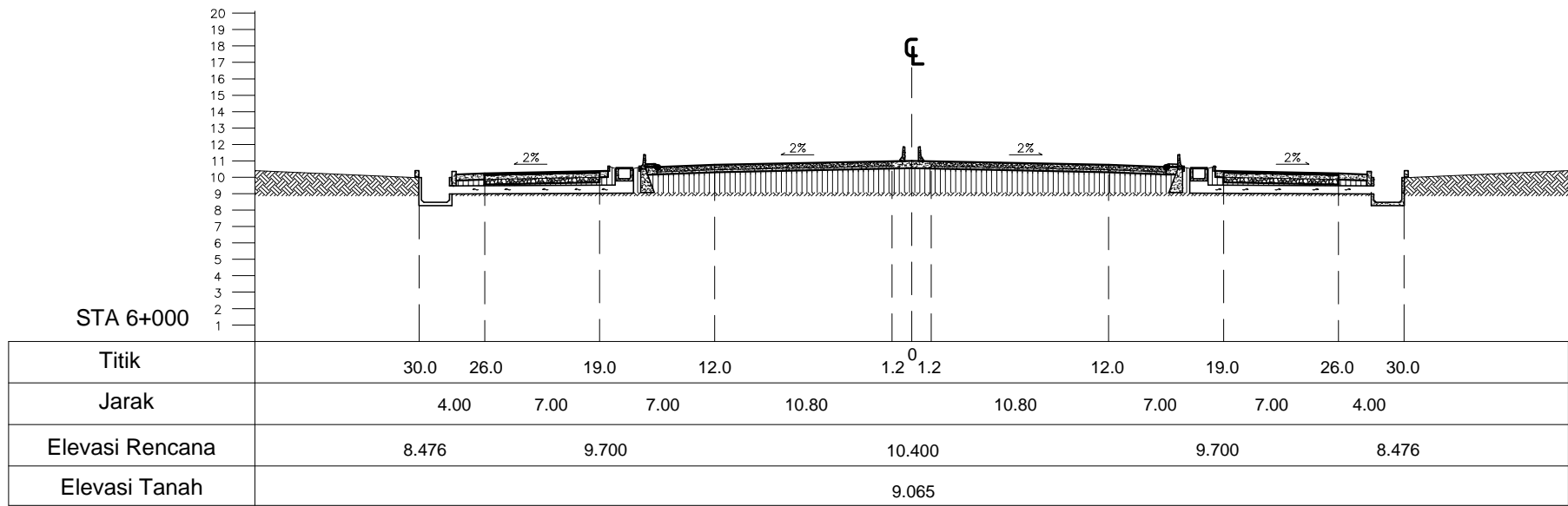
<p>JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</p>	<p>JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA (OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)</p>	Dosen Pembimbing		Judul Proyek Akhir : Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku <hr/> Judul Gambar : Typikal Cross Section 2 <hr/> Kode Gambar : OERR-6-9-TCS-2	Keterangan :	Skala : 1:250	
		Mahasiswa 1	Mahasiswa 2			No Lembar	Total
		Nella Elfaziarni NRP 3114030089	Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123			9	30



		Dosen Pembimbing		Judul Proyek Akhir : Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku	Keterangan :	Skala : 1:250	
		Mahasiswa 1	Mahasiswa 2			No Lembar	Total
		Nella Elfaziarni NRP 3114030089	Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123			10	30



		Dosen Pembimbing		Judul Proyek Akhir : Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku	Keterangan :	Skala : 1:250	
		Mahasiswa 1	Mahasiswa 2			No Lembar	Total
		Nella Elfaziarni NRP 3114030089	Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123			11	30



JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA
(OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)

Dosen Pembimbing

Ir.Dunat Indratmo,MT
NIP.19530323 198502 1 001

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Nella Elfaziarni
NRP 3114030089

Feggy Eka Murdiansyah
NRP 3114030123

Judul Proyek Akhir :

Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT)
STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur
Menggunakan Perkerasan Kaku

Judul Gambar :

Cross Section STA 6+000

Cross Section STA 6+200

Kode Gambar :

OERR-6-9-CS-1

Keterangan :

Skala :

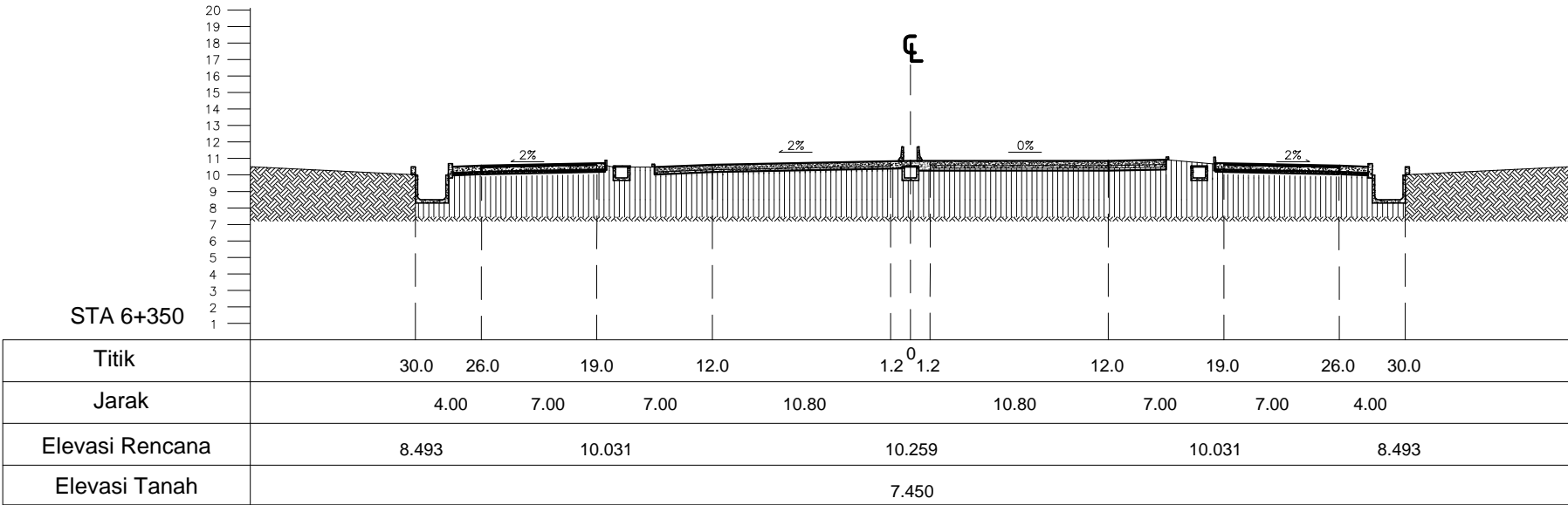
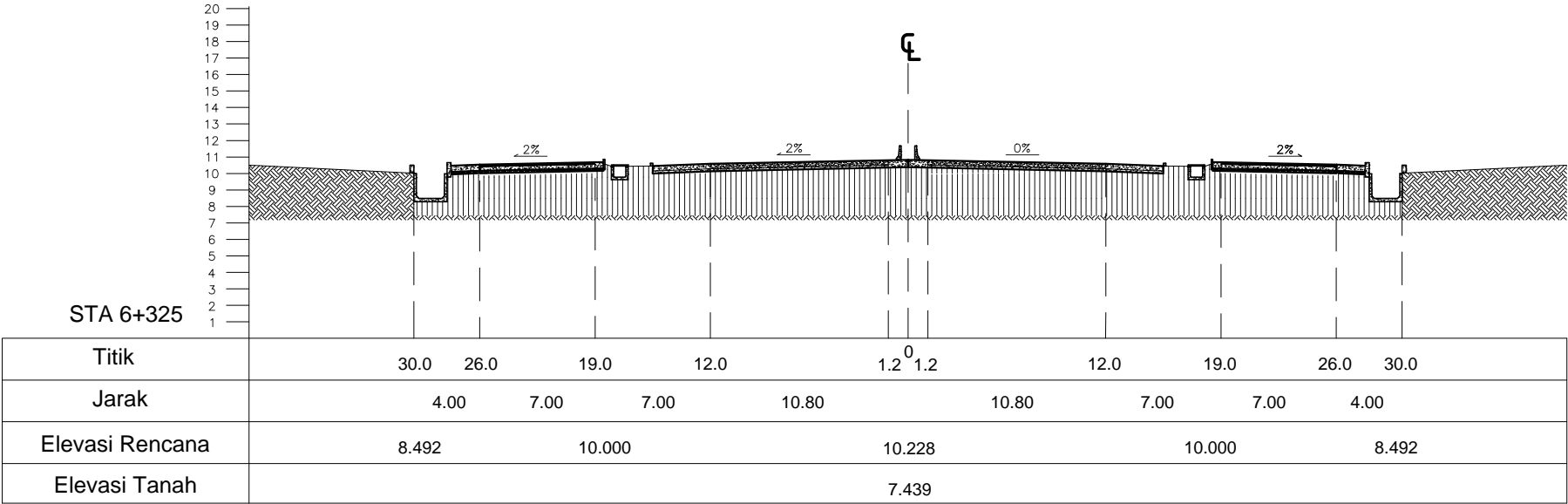
1:400

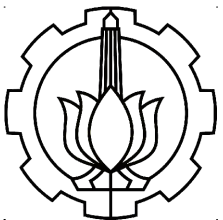

No Lembar

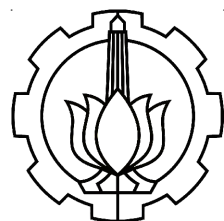
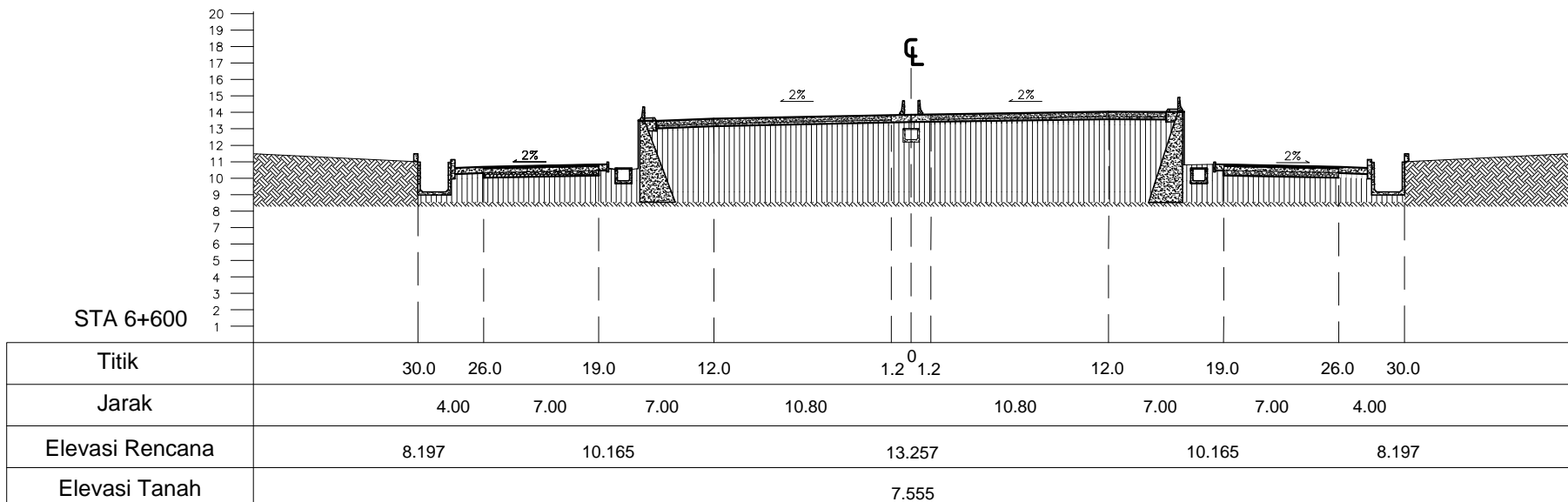
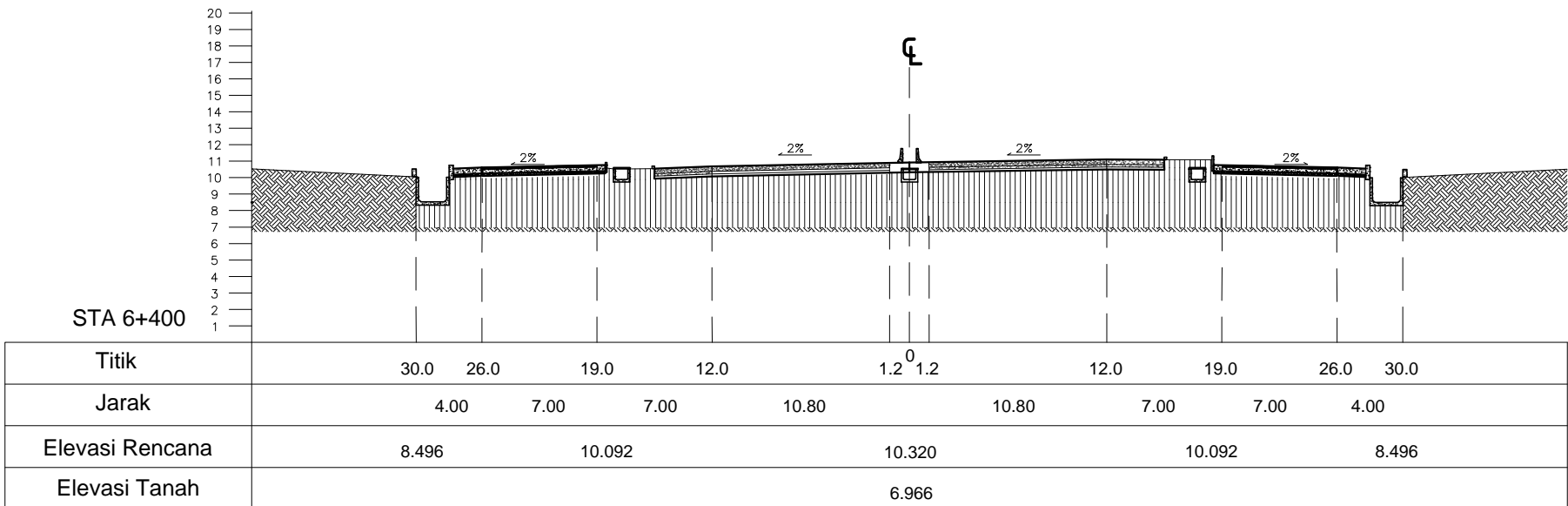
Total

12

30



		Dosen Pembimbing		Judul Proyek Akhir : Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku	Keterangan :	Skala : 1:400	
JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA		Ir.Dunat Indratmo,MT NIP.19530323 198502 1 001		Judul Gambar :		No Lembar	Total
JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA (OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)		Mahasiswa 1	Mahasiswa 2	Cross Section STA 6+325 Cross Section STA 6+350		13	30
		Nella Elfaziarni NRP 3114030089	Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123	Kode Gambar : OERR-6-9-CS-2			



JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



**JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA
(OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)**

Dosen Pembimbing

Ir.Dunat Indratmo,MT
NIP.19530323 198502 1 001

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Judul Proyek Akhir :

Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT)
STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur
Menggunakan Perkerasan Kaku

Judul Gambar :

Cross Section STA 6+400

Cross Section STA 6+600

Kode Gambar :

OERR-6-9-CS-3

Keterangan :

Skala :

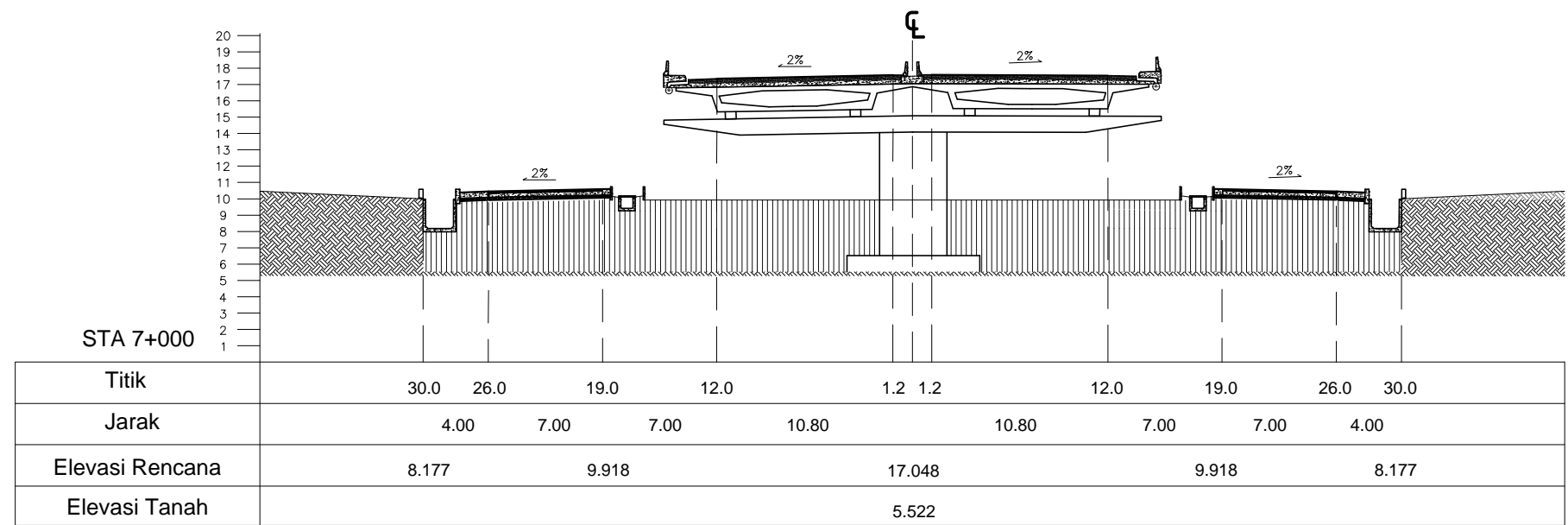
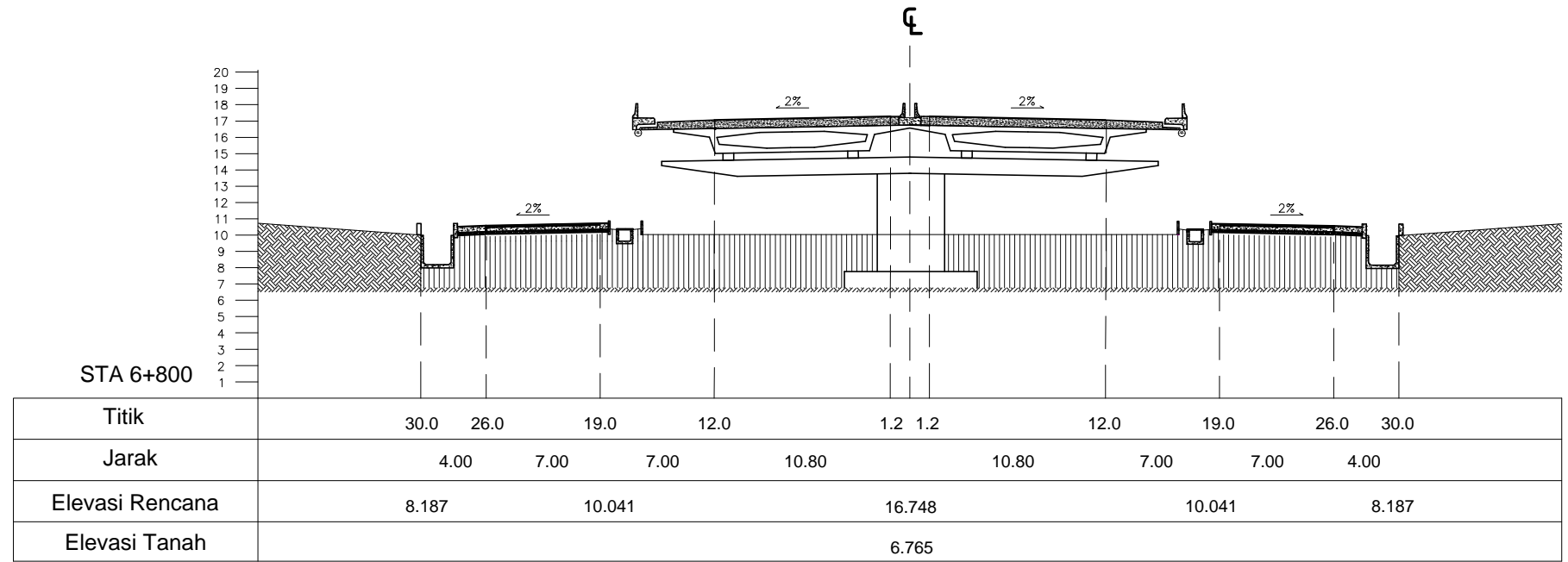
1:400

No Lembar

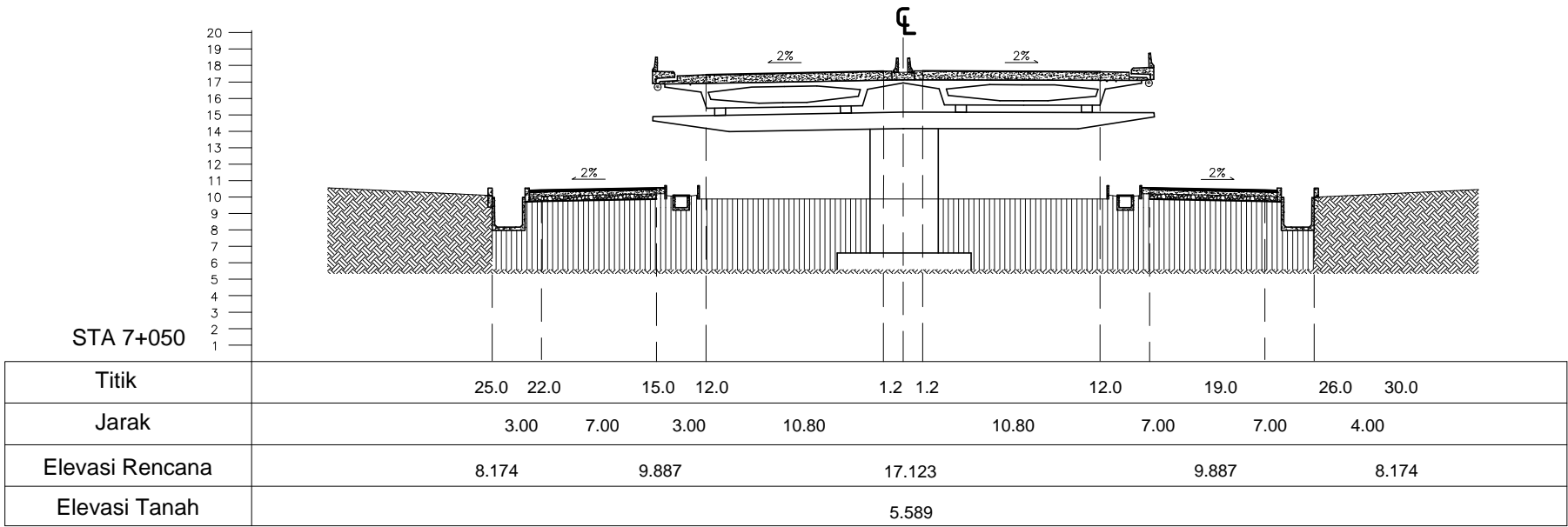
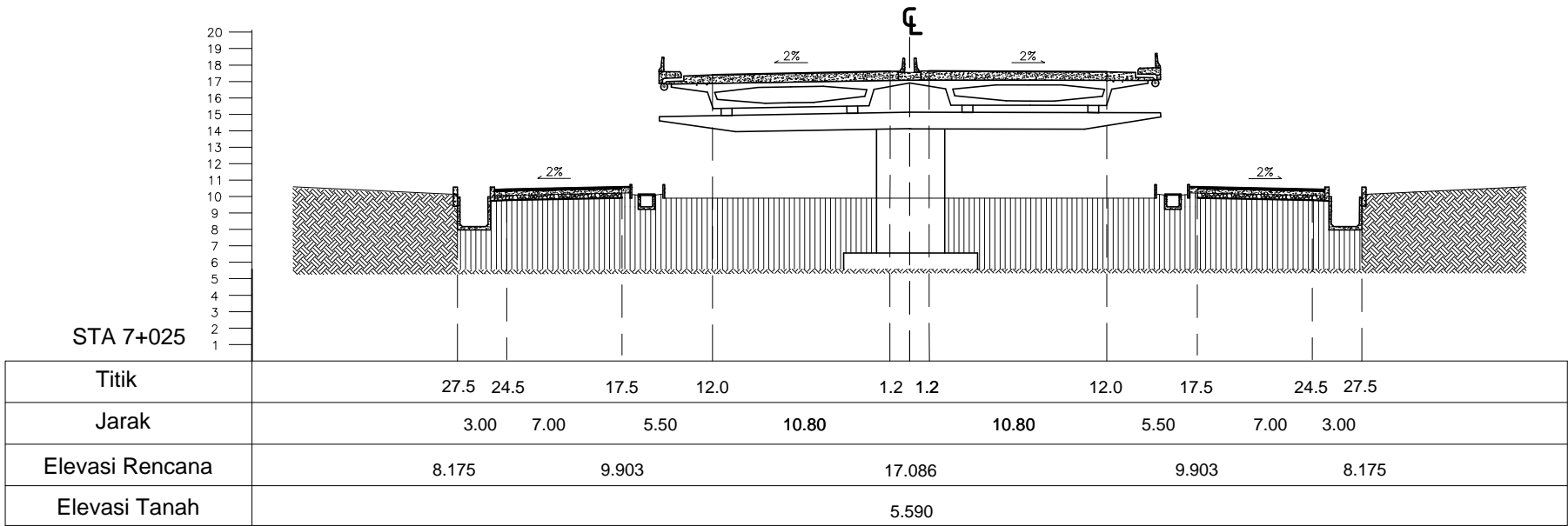
Total

14

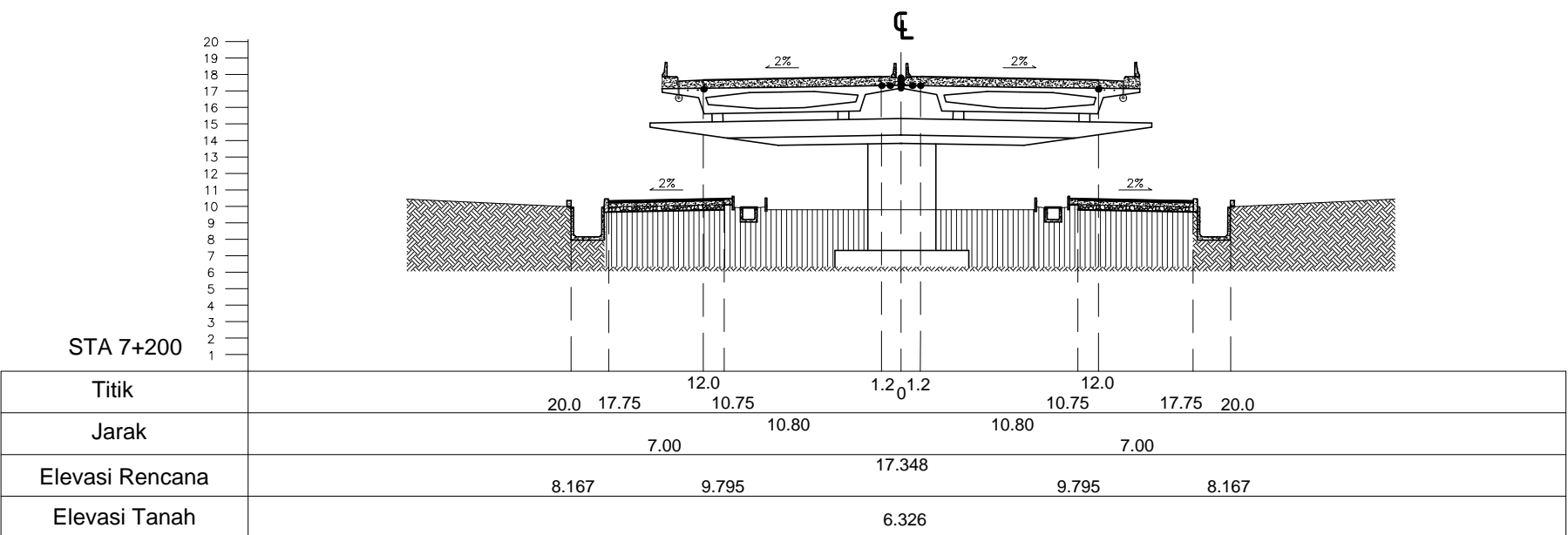
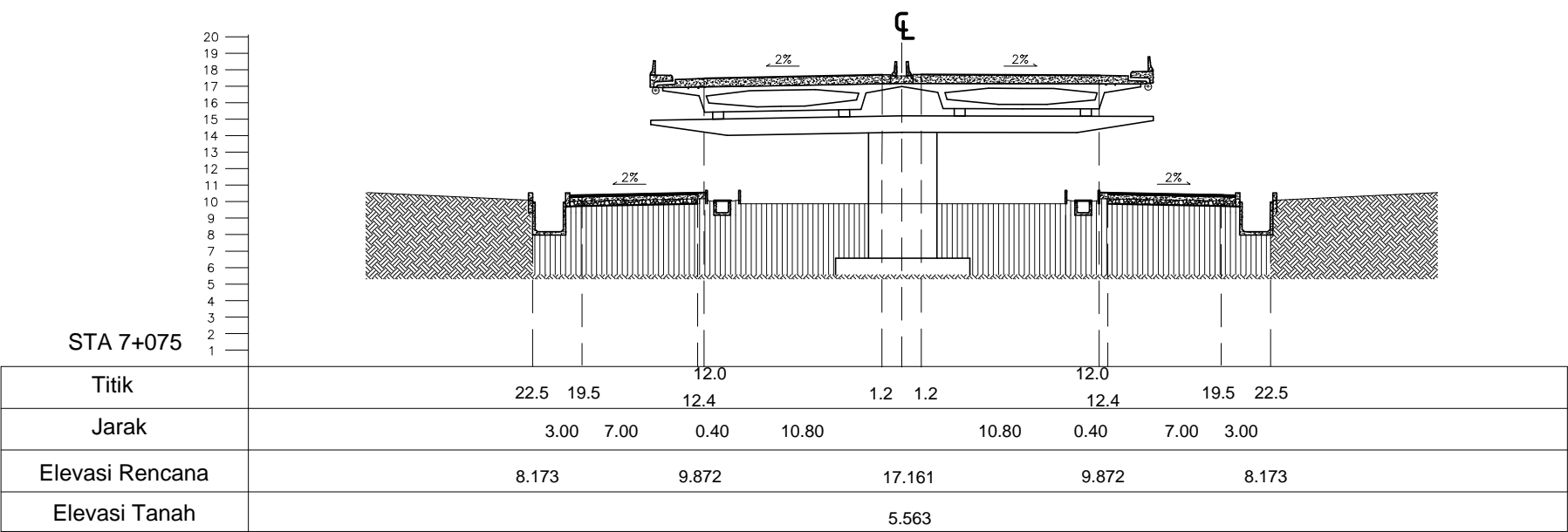
30



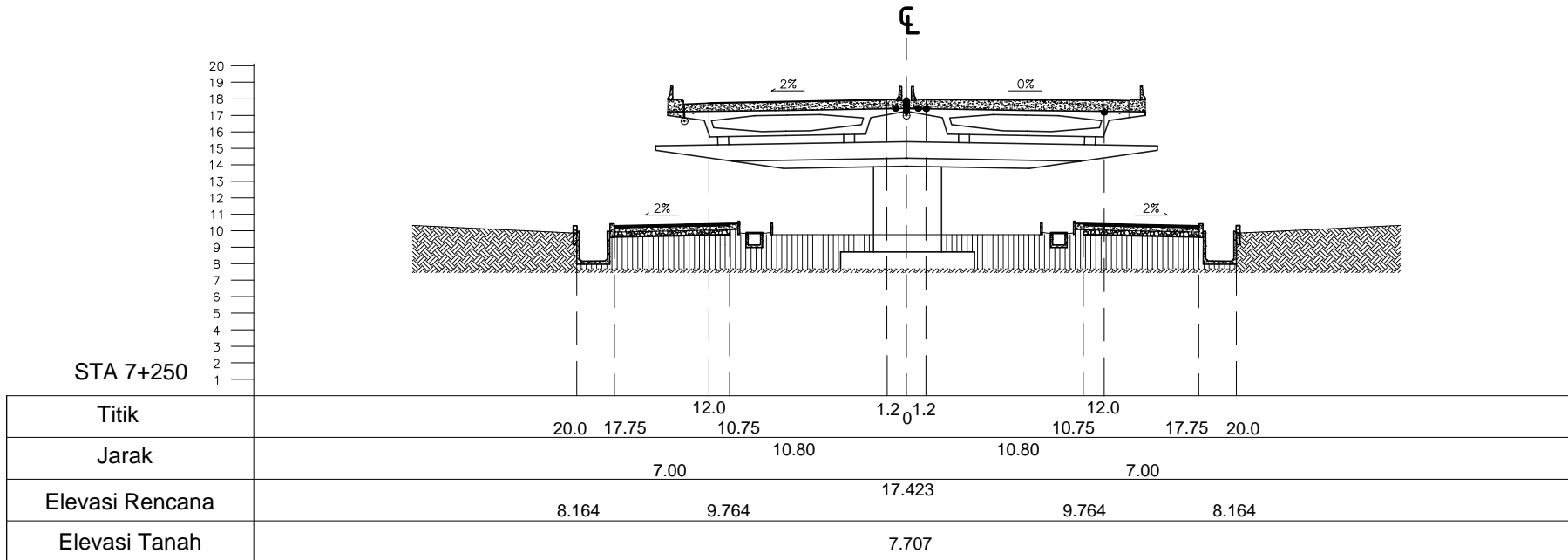
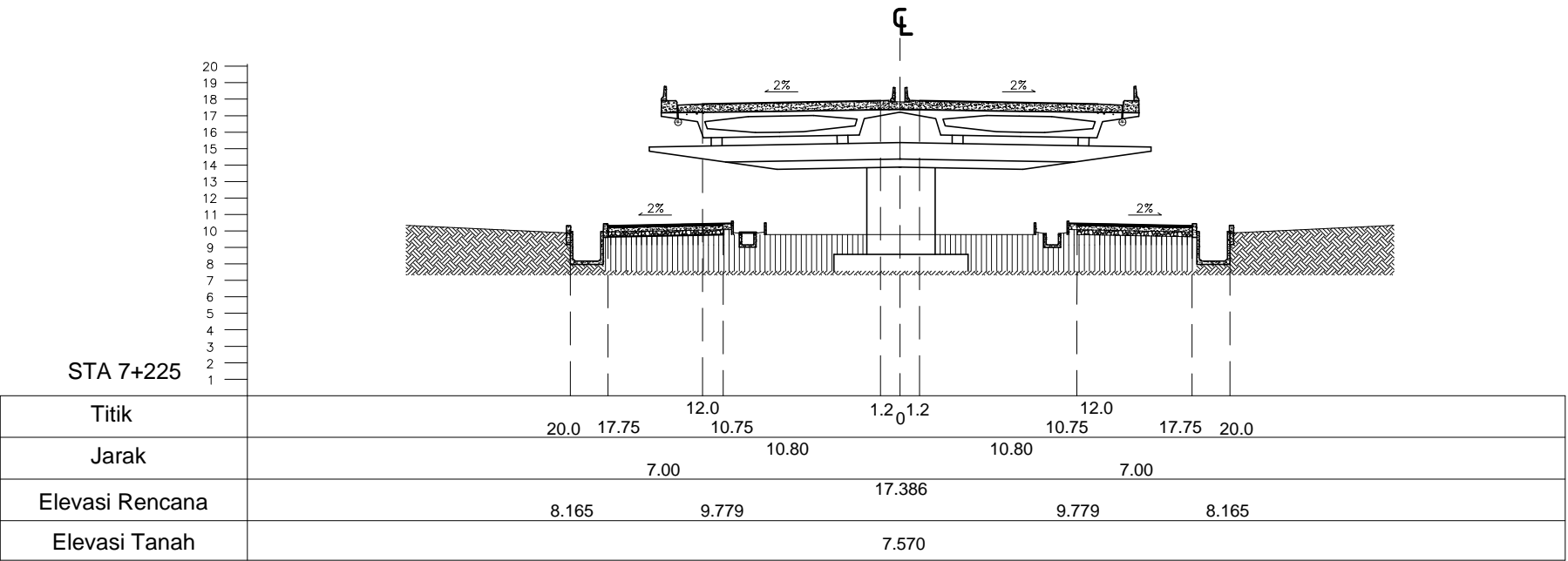
		Dosen Pembimbing		Judul Proyek Akhir : Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku	Keterangan :	Skala : 1:400	
		Mahasiswa 1	Mahasiswa 2	Judul Gambar : Cross Section STA 6+800 Cross Section STA 6+700		No Lembar	Total
		Nella Elfaziarni NRP 3114030089	Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123	Kode Gambar : OERR-6-9-CS-4		15	30

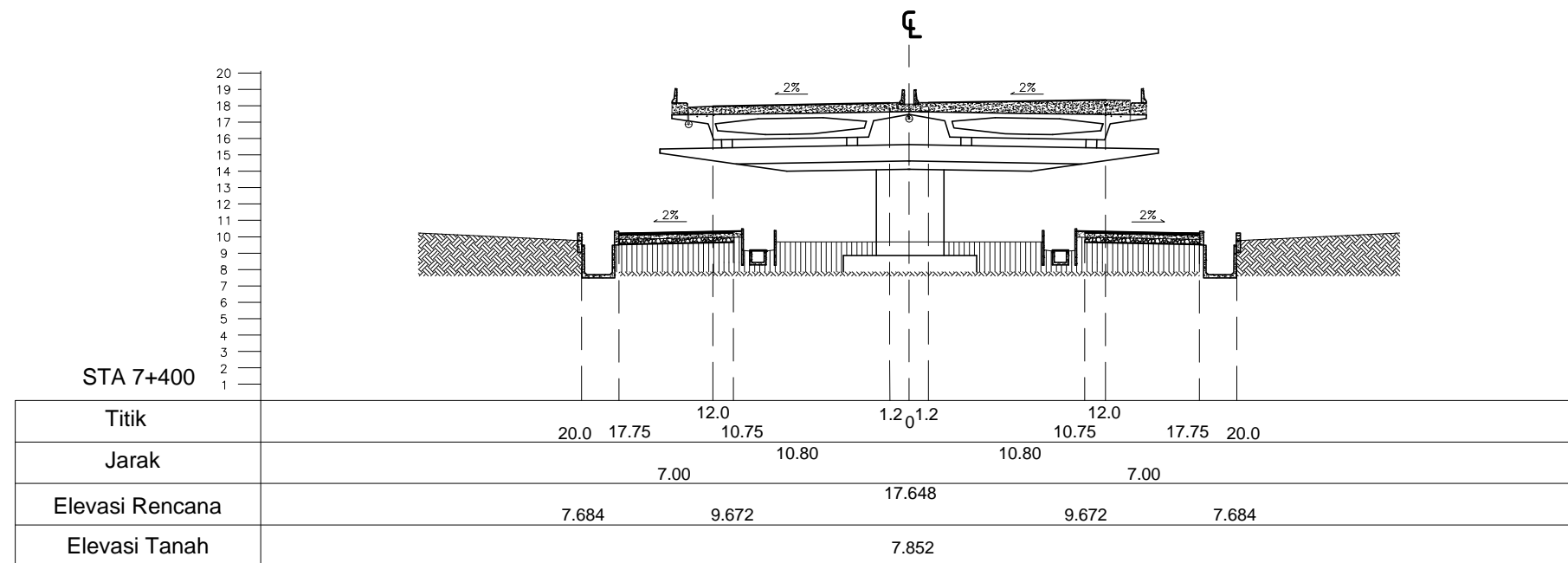
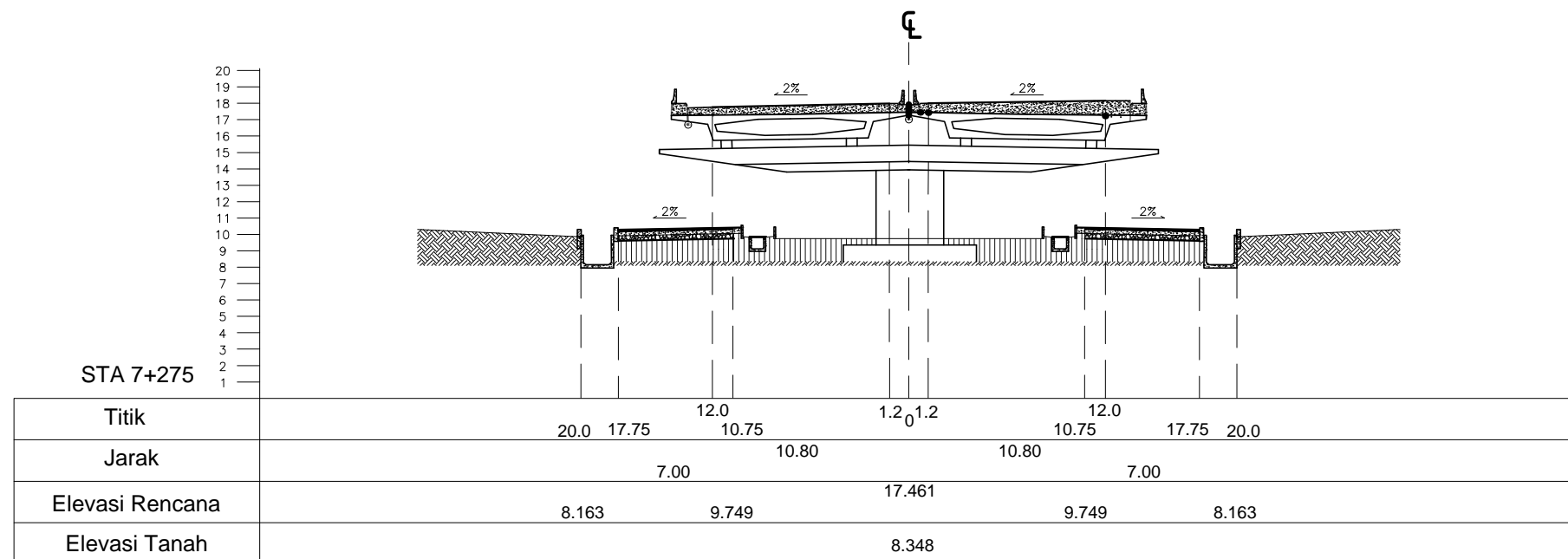


		Dosen Pembimbing		Judul Proyek Akhir : Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku	Keterangan :	Skala : 1:400	
		Mahasiswa 1	Mahasiswa 2	Judul Gambar : Cross Section STA 7+025 Cross Section STA 7+050		No Lembar	Total
		Nella Elfaziarni NRP 3114030089	Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123	Kode Gambar : OERR-6-9-CS-5		16	30



		Dosen Pembimbing		Judul Proyek Akhir : Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku	Keterangan :	Skala : 1:400	
		Mahasiswa 1	Mahasiswa 2	Judul Gambar : Cross Section STA 7+075 Cross Section STA 7+200		No Lembar	Total
		Nella Elfaziarni NRP 3114030089	Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123	Kode Gambar : OERR-6-9-CS-6		17	30





JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



**JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA
(OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)**

Dosen Pembimbing

Ir.Dunat Indratmo,MT
NIP.19530323 198502 1 001

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Nella Elfaziarni
NRP 3114030089

Feggy Eka Murdiansyah
NRP 3114030123

Judul Proyek Akhir :

Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT)
STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur
Menggunakan Perkerasan Kaku

Judul Gambar :

Cross Section STA 7+275

Cross Section STA 7+400

Kode Gambar :

OERR-6-9-CS-8

Keterangan :

Skala :

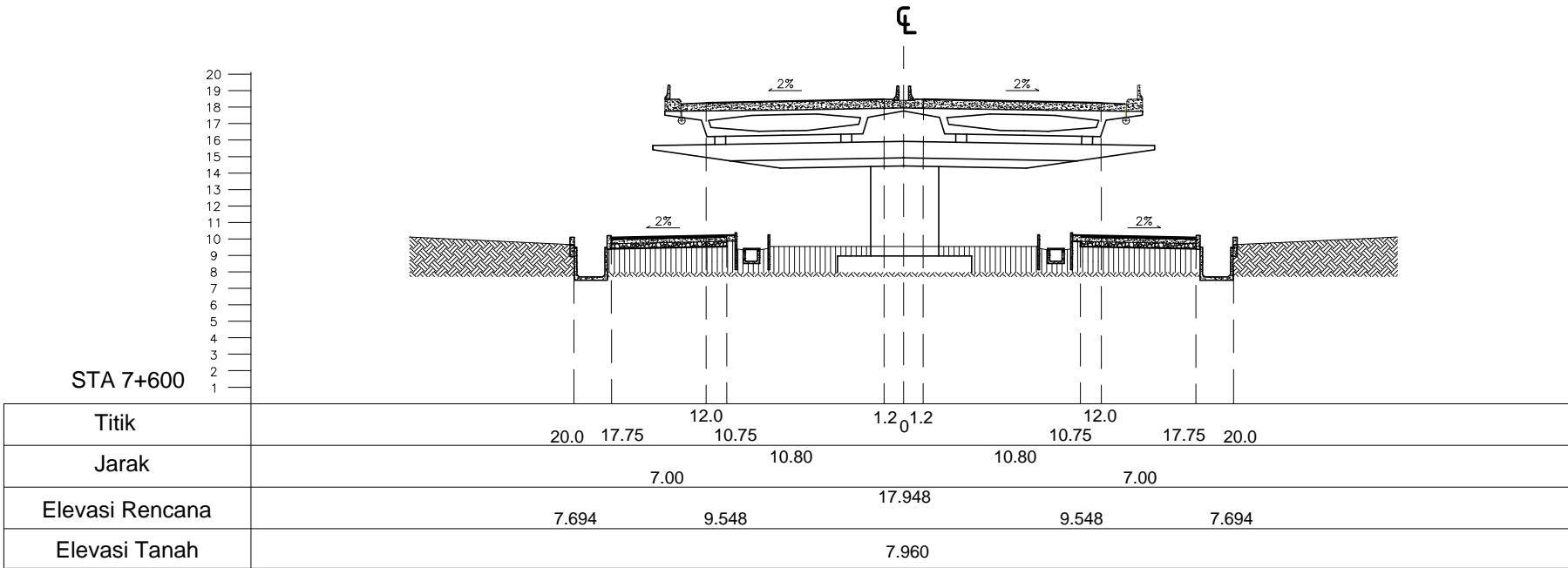
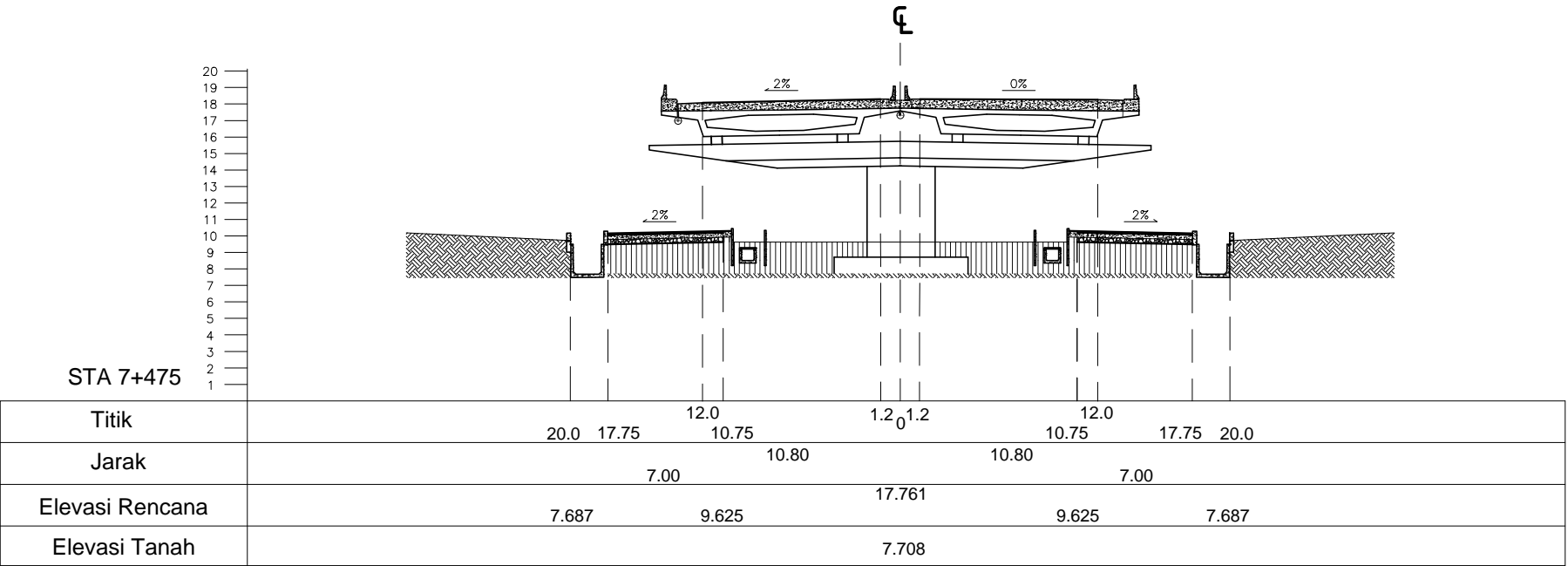
1:400

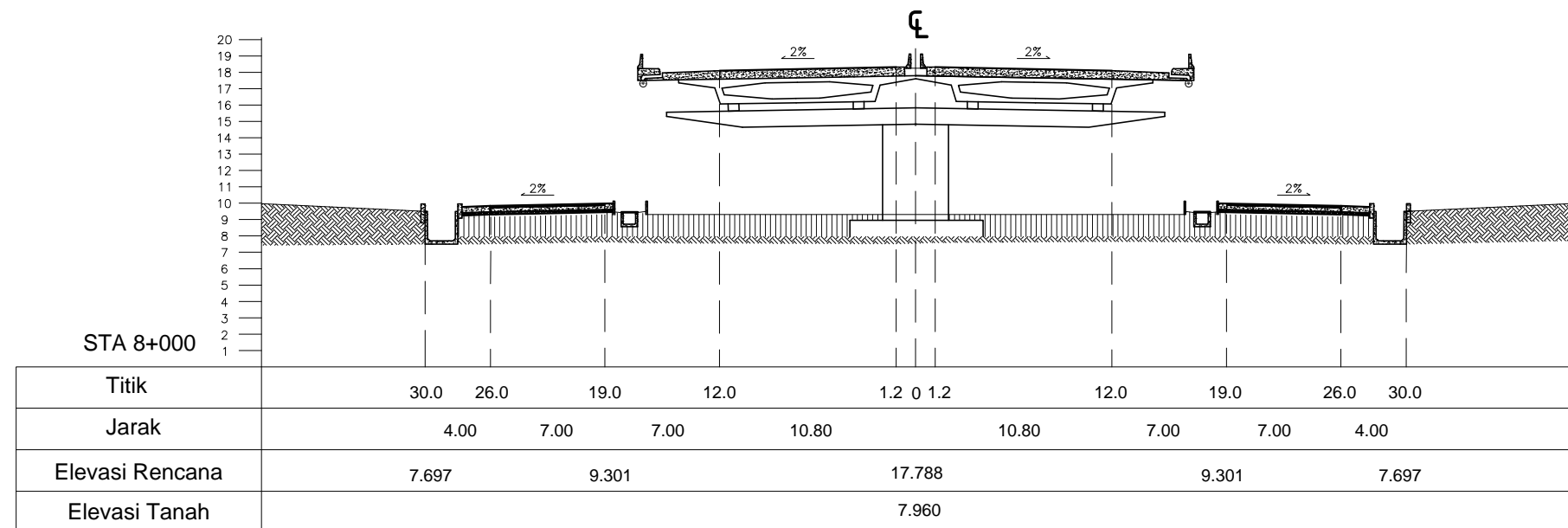
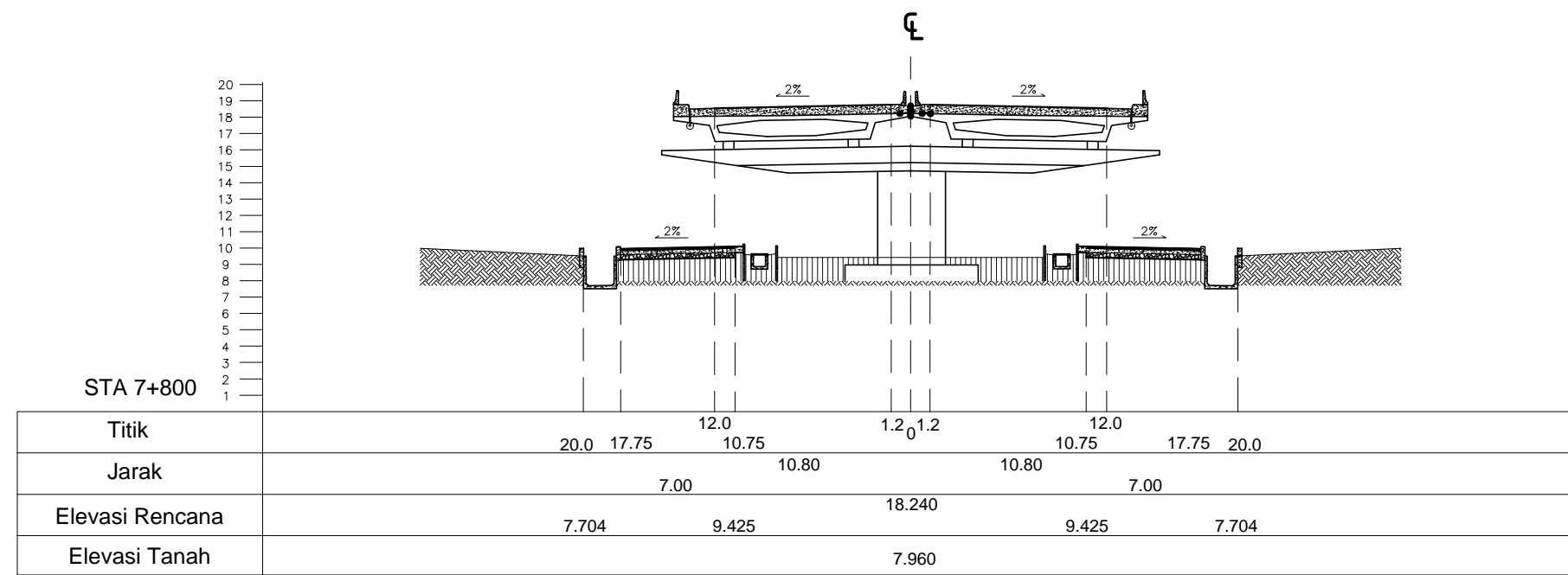
No Lembar

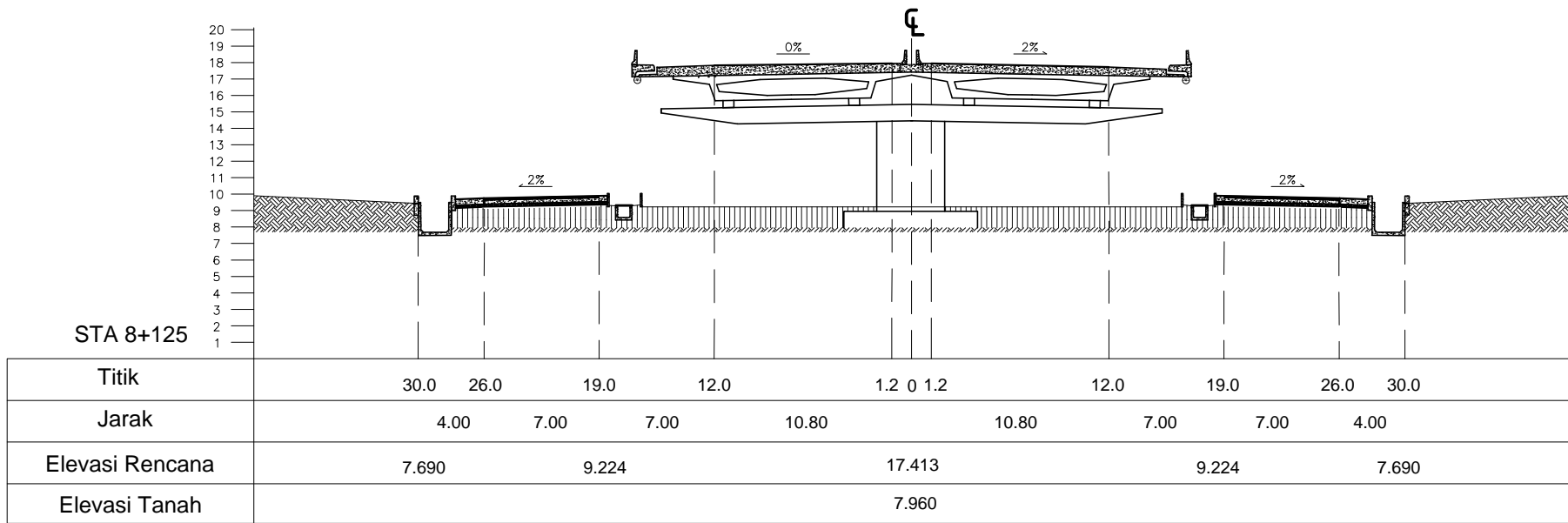
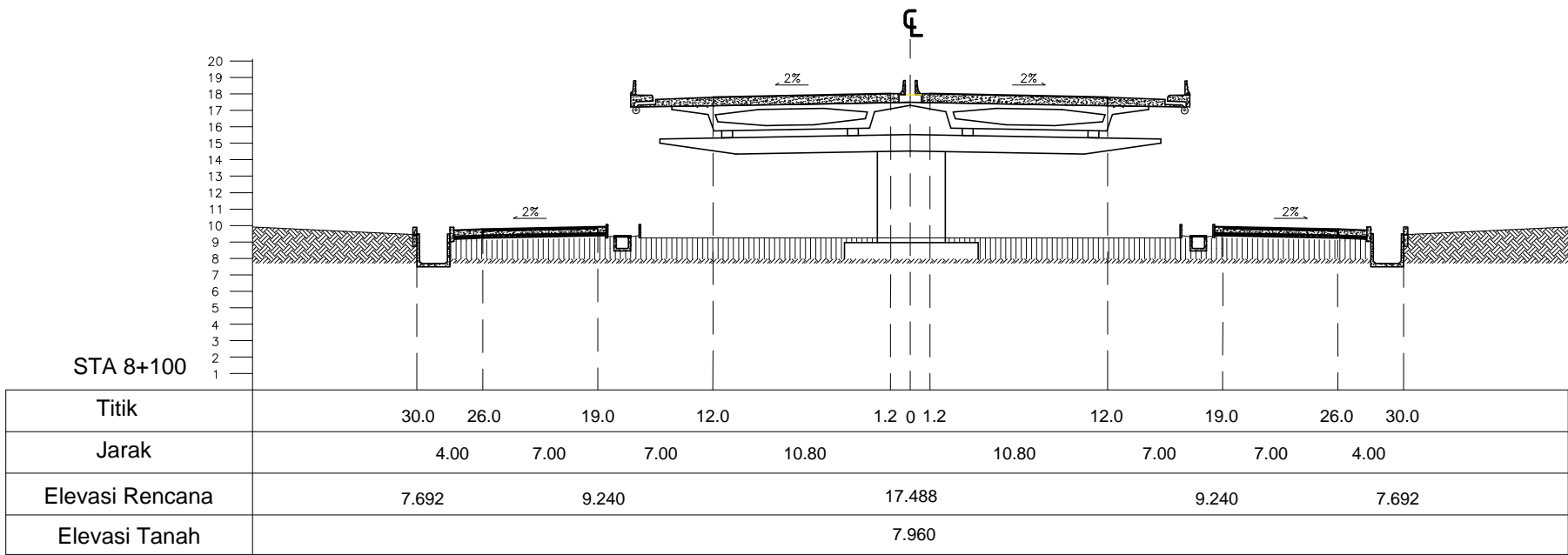
Total

19

30







JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA
(OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)

Dosen Pembimbing

Ir.Dunat Indratmo,MT
NIP.19530323 198502 1 001

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Nella Elfaziarni
NRP 3114030089

Feggy Eka Murdiansyah
NRP 3114030123

Judul Proyek Akhir :

Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT)
STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur
Menggunakan Perkerasan Kaku

Judul Gambar :

Cross Section STA 8+100

Cross Section STA 8+125

Kode Gambar :

OERR-6-9-CS-11

Keterangan :

Skala :

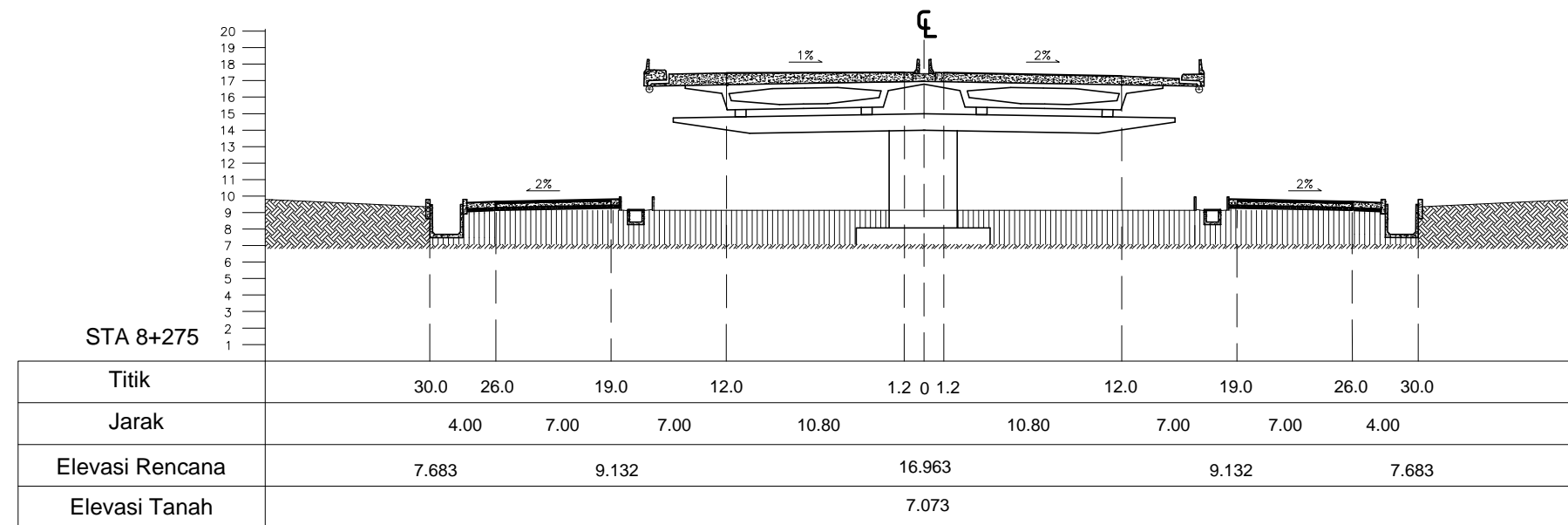
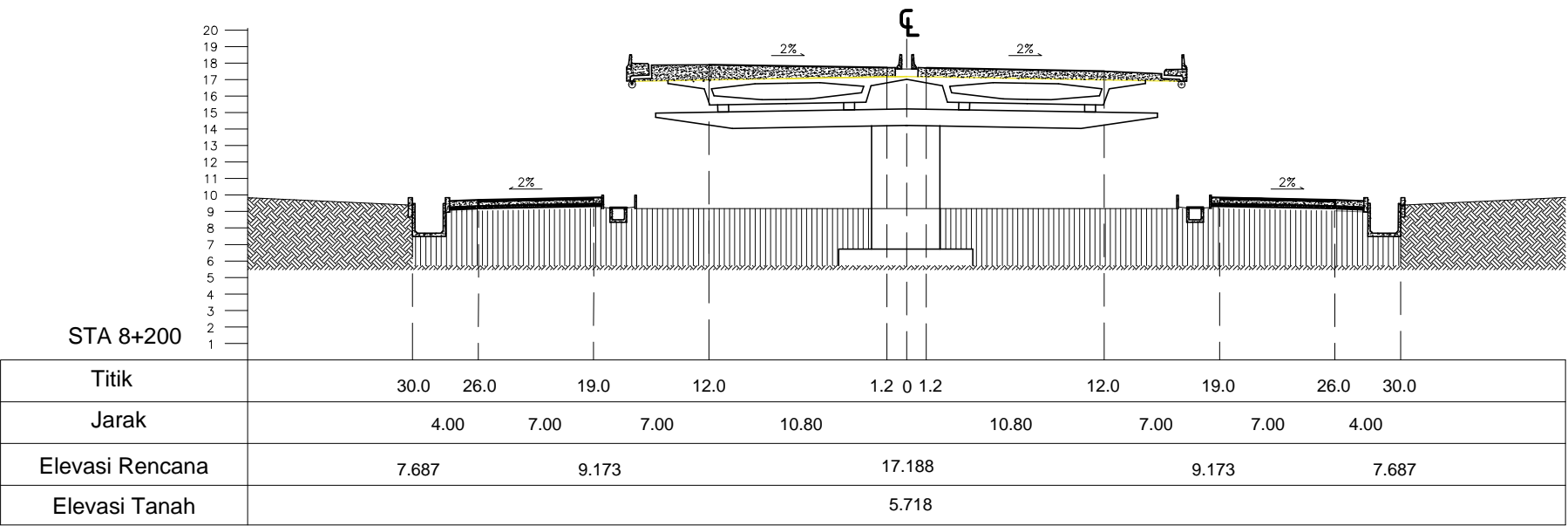
1:400

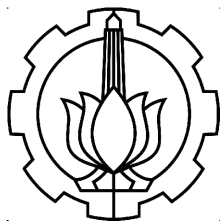
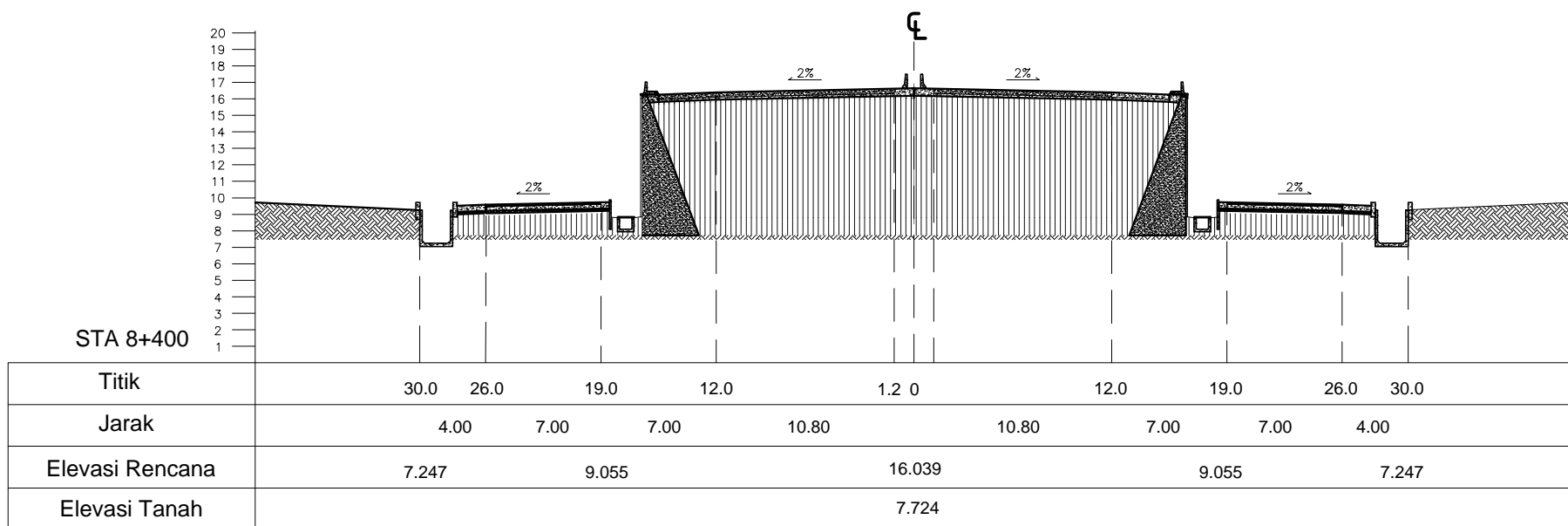
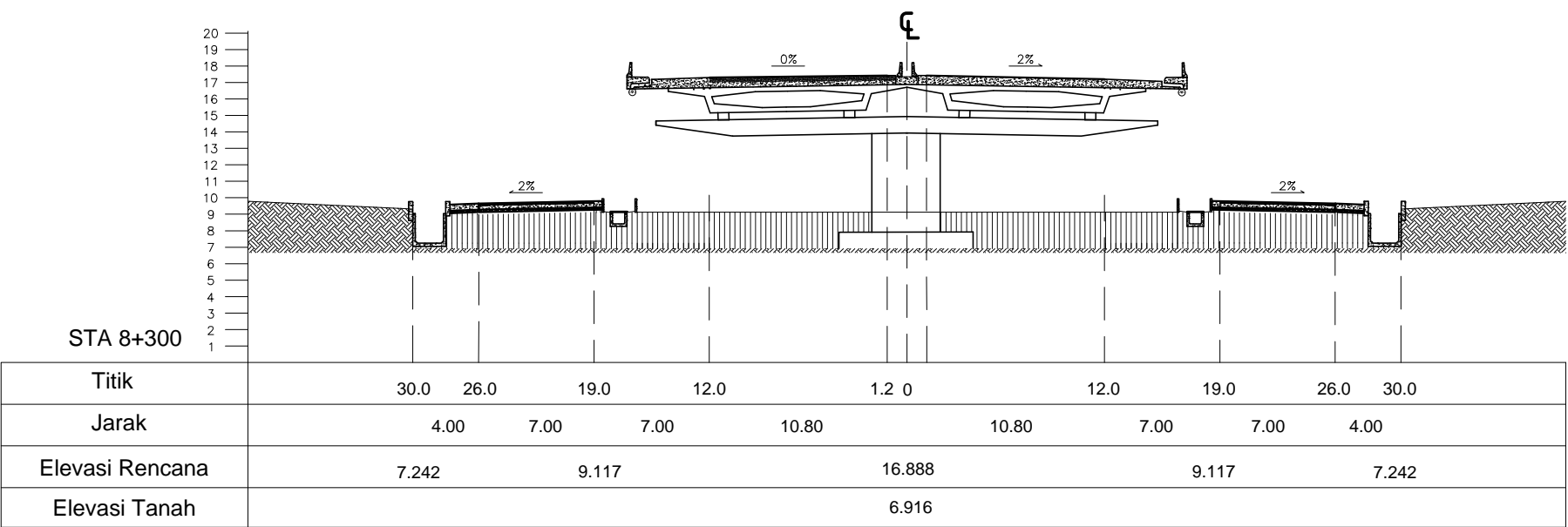
No Lembar

Total

22

30





JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA
(OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)

Dosen Pembimbing

Ir.Dunat Indratmo,MT
NIP.19530323 198502 1 001

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Nella Elfaziarni
NRP 3114030089

Feggy Eka Murdiansyah
NRP 3114030123

Judul Proyek Akhir :

Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT)
STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur
Menggunakan Perkerasan Kaku

Judul Gambar :

Cross Section STA 8+300

Cross Section STA 8+400

Kode Gambar :

OERR-6-9-CS-13

Keterangan :

Skala :

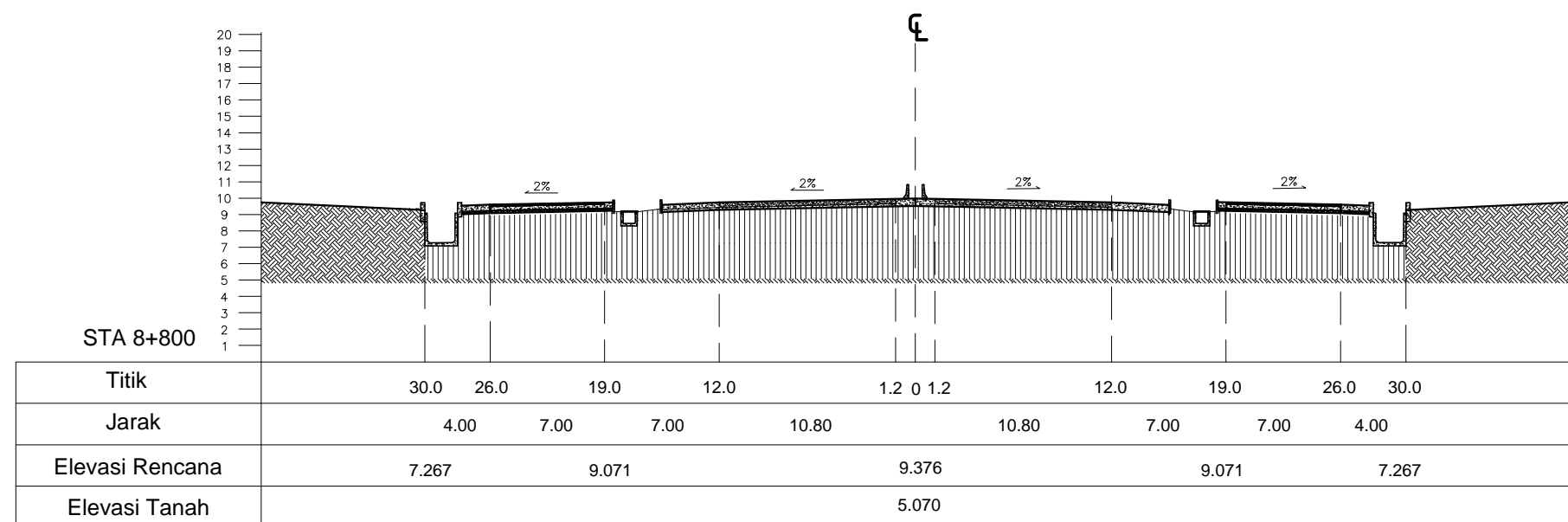
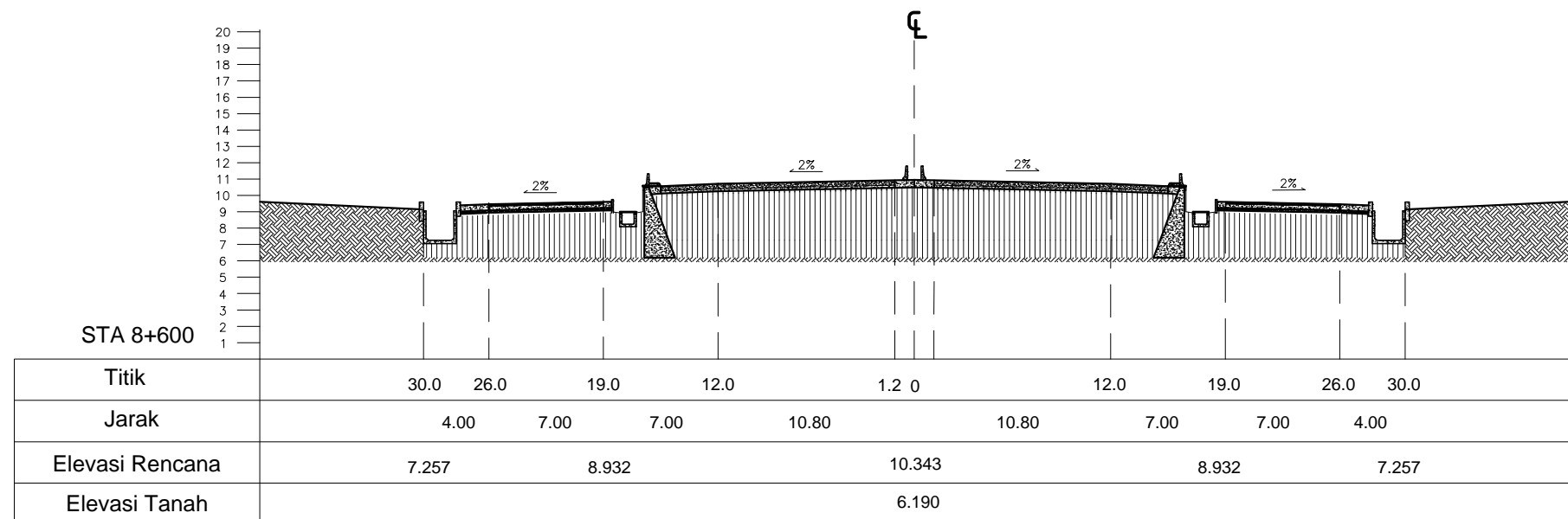
1:400

No Lembar

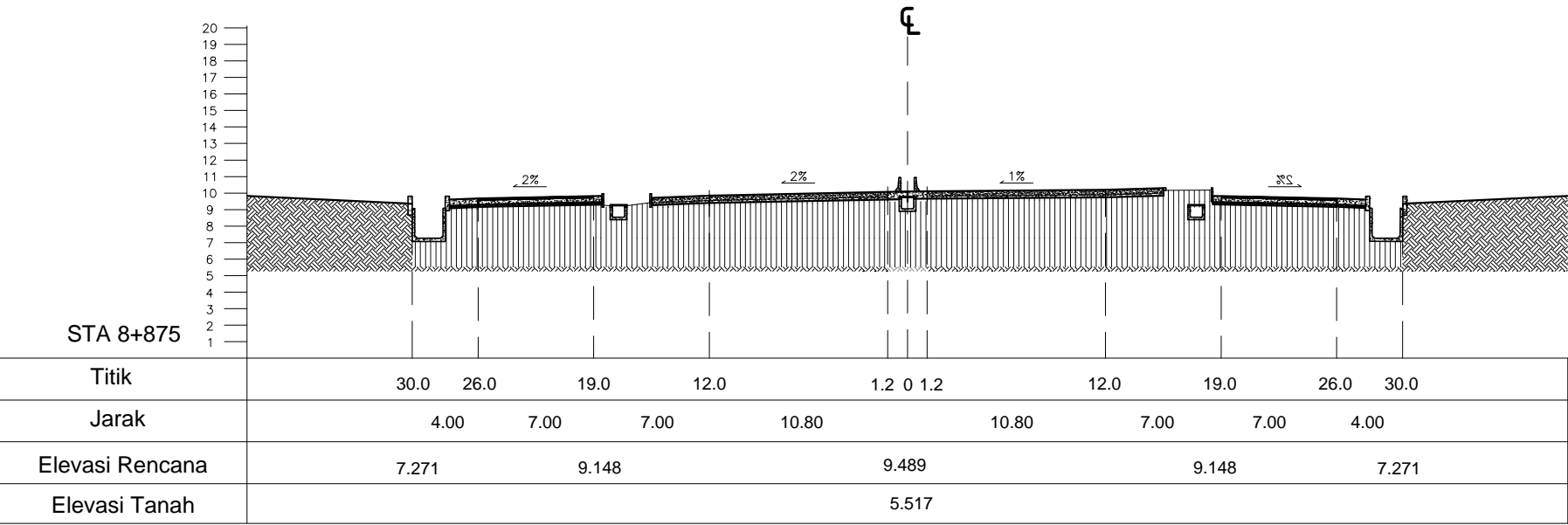
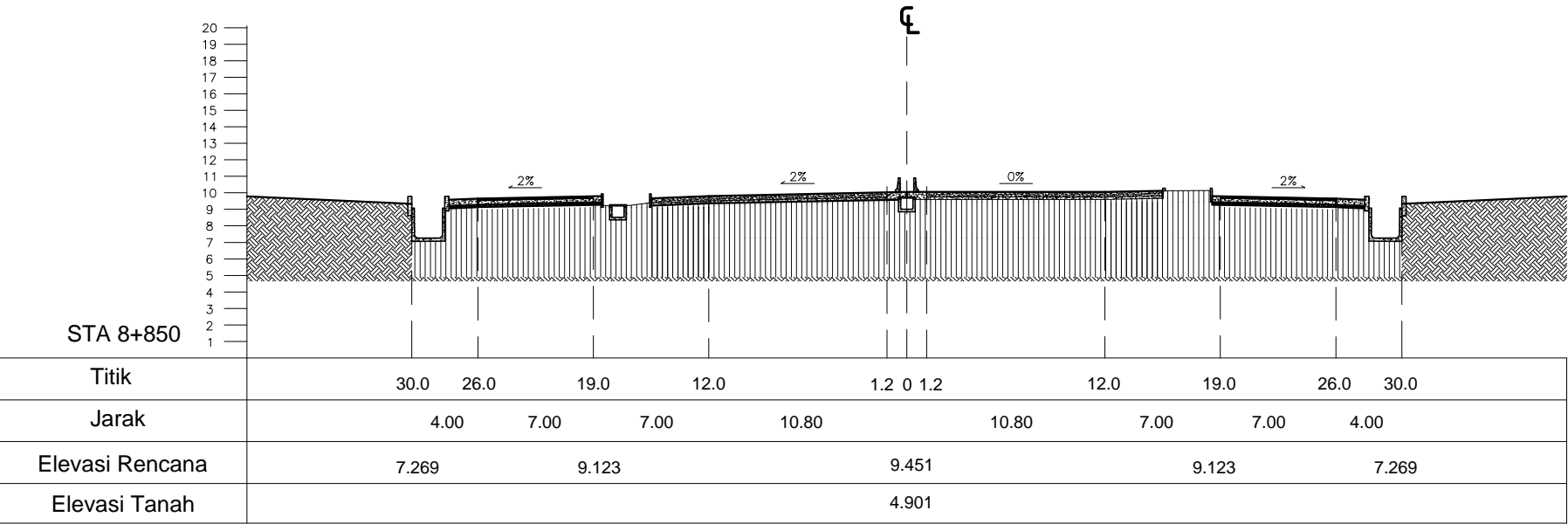
Total

24

30



		Dosen Pembimbing		Judul Proyek Akhir : Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku	Keterangan :	Skala : 1:400	
		Mahasiswa 1	Mahasiswa 2	Judul Gambar : Cross Section STA 8+600 Cross Section STA 8+800		No Lembar	Total
		Nella Elfaziarni NRP 3114030089	Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123	Kode Gambar : OERR-6-9-CS-14		25	30



JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA
(OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)

Dosen Pembimbing

Ir.Dunat Indratno,MT
NIP.19530323 198502 1 001

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Nella Elfaziarni
NRP 3114030089

Feggy Eka Murdiansyah
NRP 3114030123

Judul Proyek Akhir :

Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT)
STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur
Menggunakan Perkerasan Kaku

Judul Gambar :

Cross Section STA 8+850

Cross Section STA 8+875

Kode Gambar :

OERR-6-9-CS-15

Keterangan :

Skala :

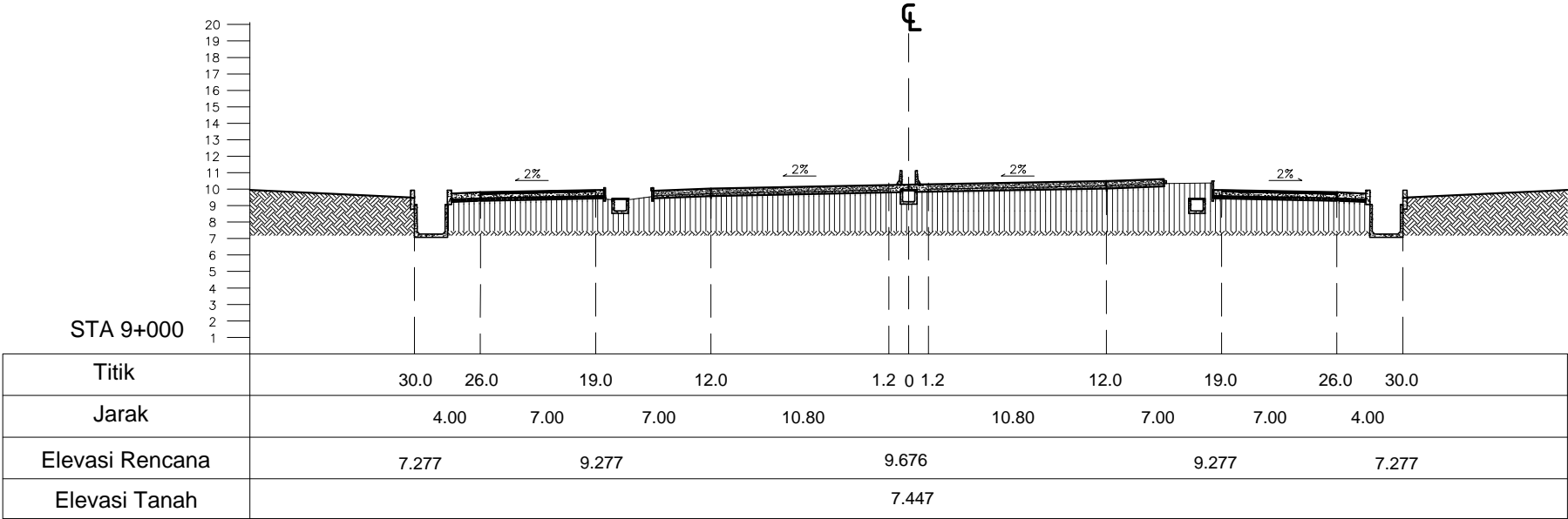
1:400

No Lembar

Total

26

30



JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA
(OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)

Dosen Pembimbing

Ir.Dunat Indratmo,MT
NIP.19530323 198502 1 001

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Nella Elfaziarni
NRP 3114030089

Feggy Eka Murdiansyah
NRP 3114030123

Judul Proyek Akhir :

Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT)
STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur
Menggunakan Perkerasan Kaku

Judul Gambar :

Cross Section STA 9+000

Kode Gambar :

OERR-6-9-CS-15

Keterangan :

Skala :

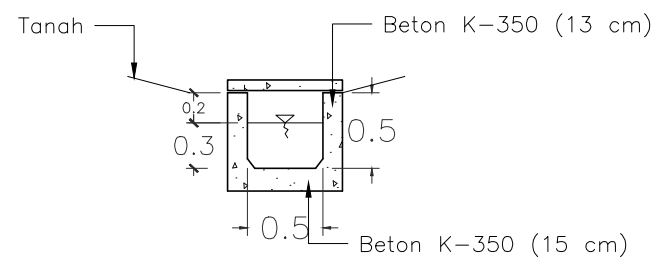
1:400

No Lembar

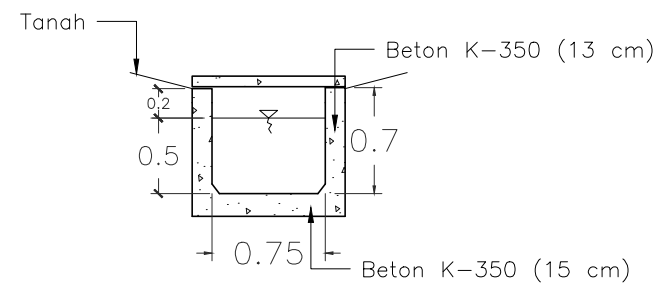
Total

27

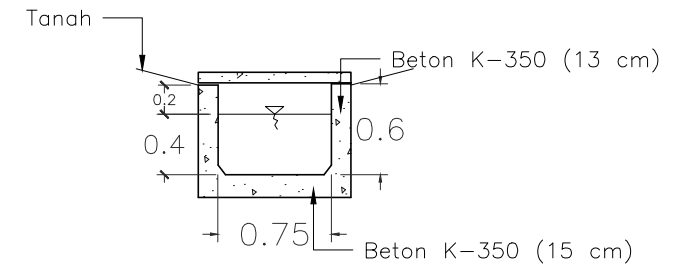
30



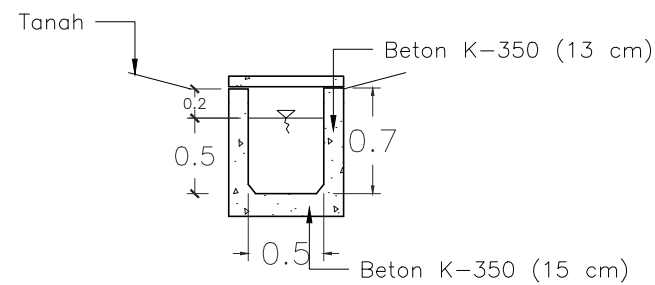
— Drainase superelevasi —



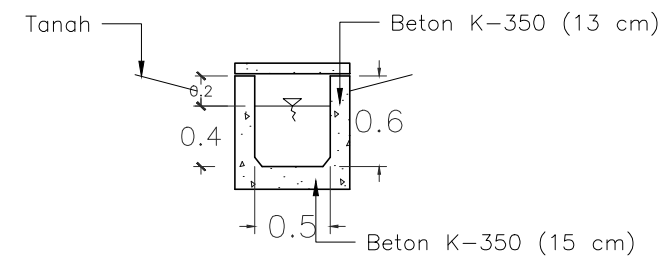
— Drainase Tepi Main Road 1 —





— Drainase Tepi Main Road 2 —

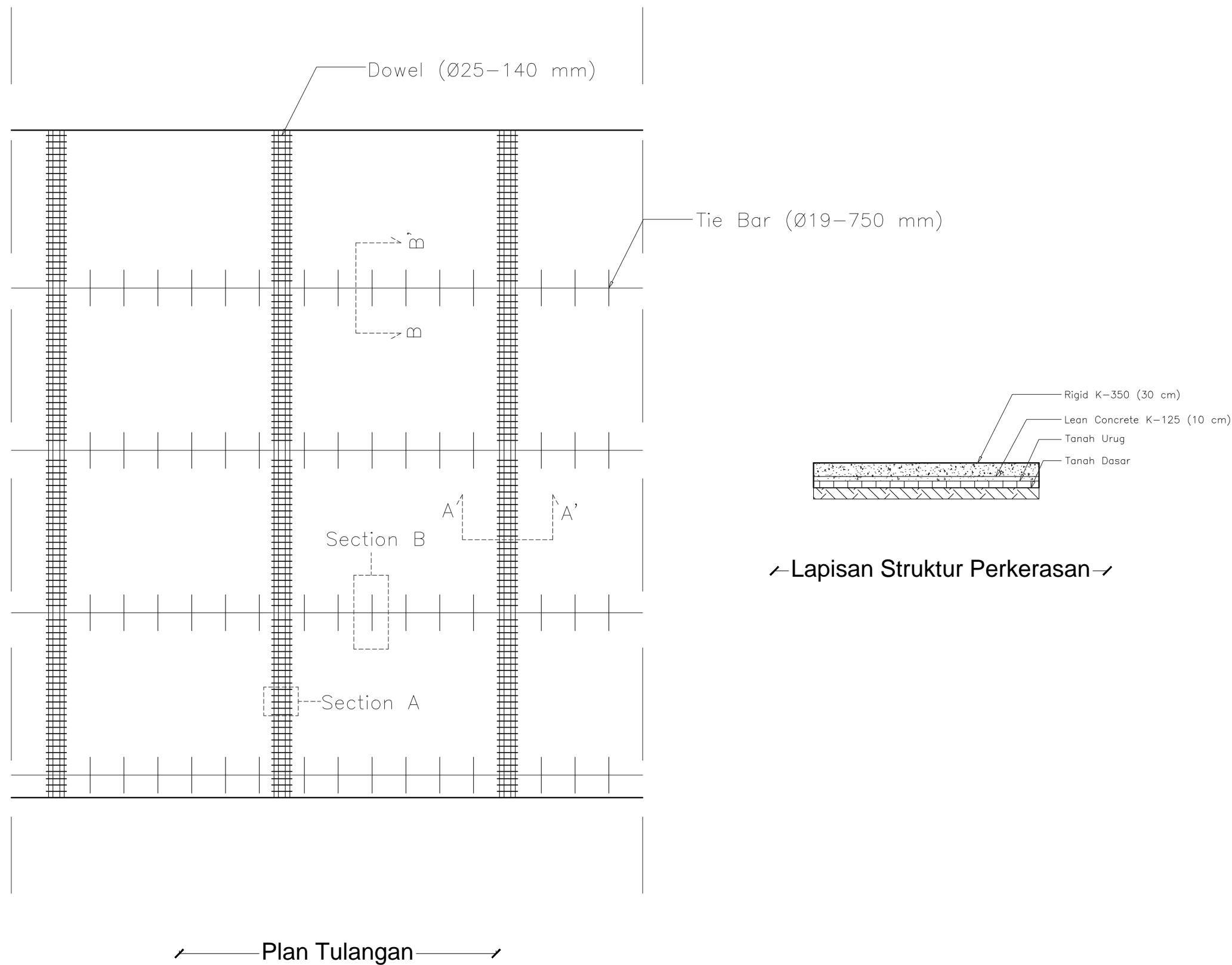


— Drainase Cross Drain 1 —

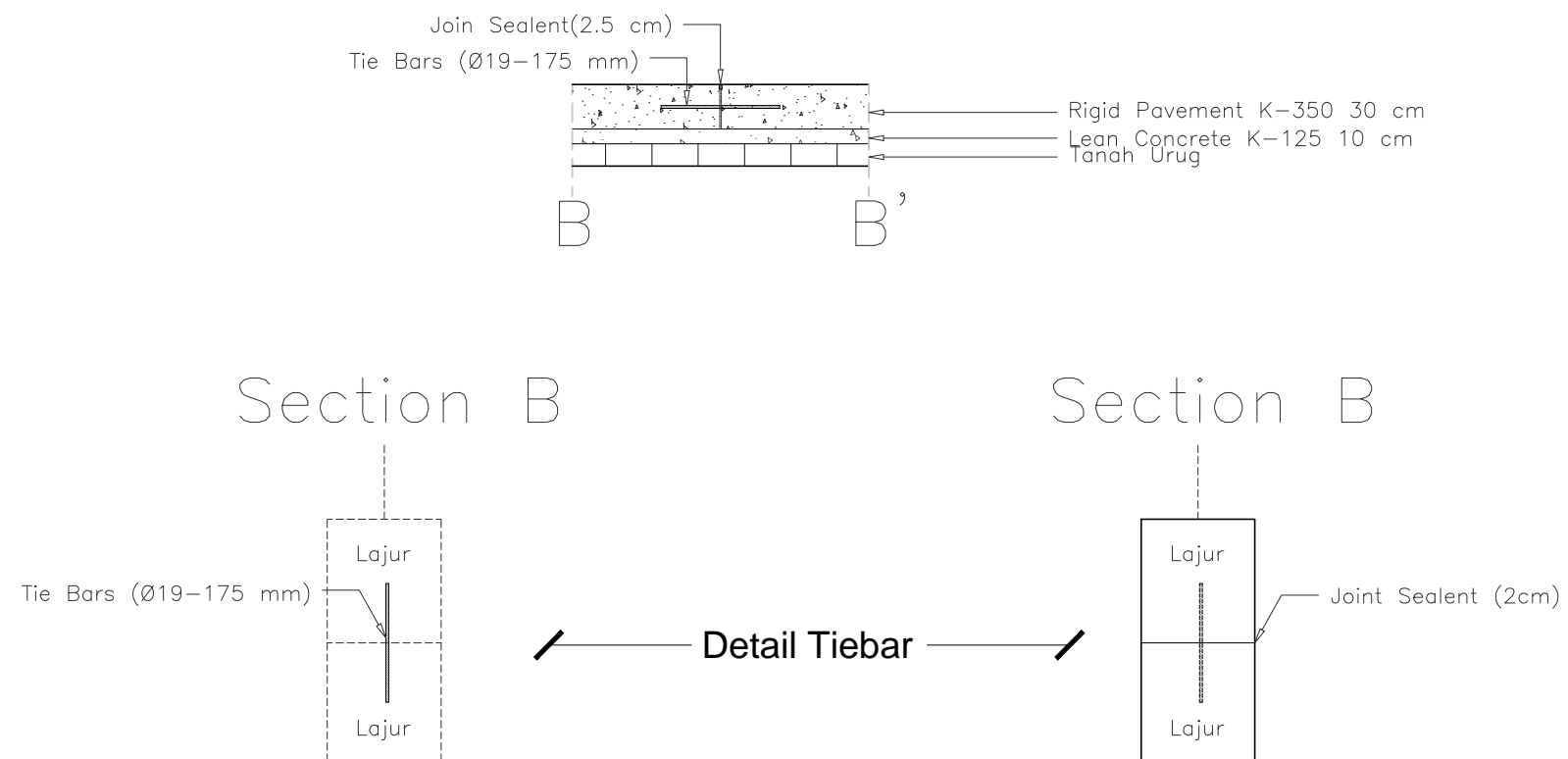
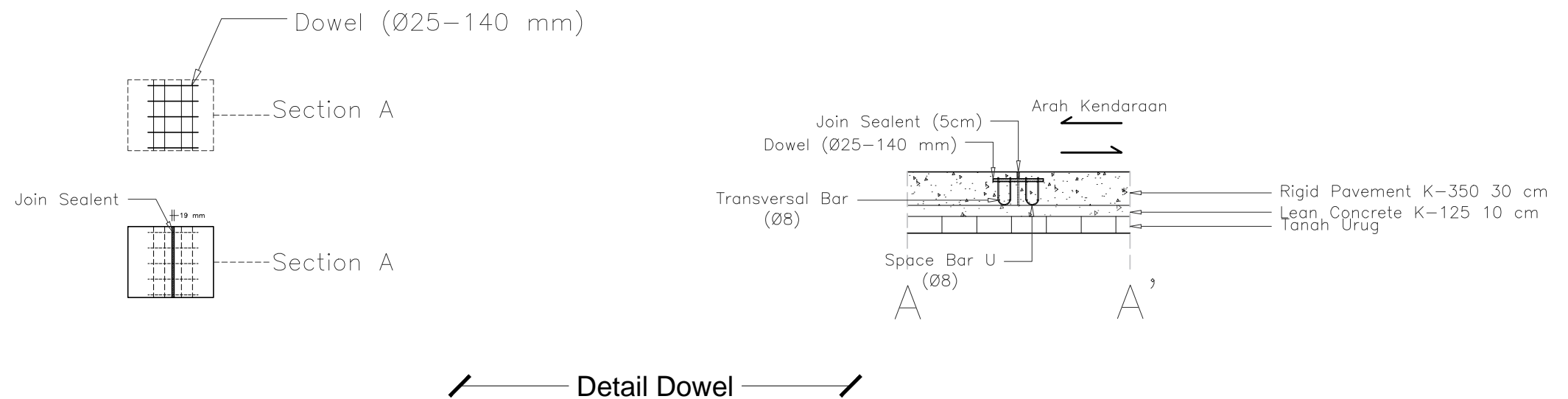


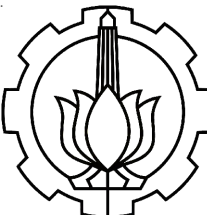

— Drainase Cross Drain 2 —

 <p>JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</p>	 <p>JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA (OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)</p>	Dosen Pembimbing		Judul Proyek Akhir : Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku <hr/> Judul Gambar : Drainase Jalan <hr/> Kode Gambar : OERR-6-9-DR-1	Keterangan :	Skala : 1:50	
		Mahasiswa 1	Mahasiswa 2			No Lembar	Total
		Nella Elfaziarni NRP 3114030089	Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123			28	30



		Dosen Pembimbing		Judul Proyek Akhir : Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku	Keterangan :	Skala : 1:50	
		Mahasiswa 1	Mahasiswa 2			No Lembar	Total
		Nella Elfaziarni NRP 3114030089	Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123			29	30
JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA (OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)	Judul Gambar : Penulangan Jalan		Kode Gambar : OERR-6-9-RR-1			



		<p>Dosen Pembimbing</p> <p>Ir.Dunat Indratmo,MT NIP.19530323 198502 1 001</p>		<p>Judul Proyek Akhir :</p> <p>Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) STA 6+000 - 9+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku</p>	<p>Keterangan :</p>	<p>Skala :</p> <p>1:250</p>	
<p>JURUSAN D-III TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</p>		<p>Mahasiswa 1</p>	<p>Mahasiswa 2</p>	<p>Judul Gambar :</p> <p>Detail Dowel & Tie Bar</p>		<p>No Lembar</p>	<p>Total</p>
<p>JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA (OUTER EAST RING ROAD SURABAYA)</p>		<p>Nella Elfaziarni NRP 3114030089</p>	<p>Feggy Eka Murdiansyah NRP 3114030123</p>	<p>Kode Gambar :</p> <p>OERR-6-9-RR-2</p>		<p>30</p>	<p>30</p>